



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

## DESIGN HORSKÉHO ELEKTROKOLA

DESIGN OF ELECTRIC MOUNTAIN BIKE

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Barbora Hrušková

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

akad. soch. Josef Sládek, ArtD.

BRNO 2017



# Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav konstruování  
Studentka: **Bc. Barbora Hrušková**  
Studijní program: Aplikované vědy v inženýrství  
Studijní obor: Průmyslový design ve strojírenství  
Vedoucí práce: **akad. soch. Josef Sládek, ArtD.**  
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

## Design horského elektrokola

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Popularita elektrokol narůstá s rozvojem elektrokomponentů, které do značné míry limitují celkovou koncepci. Důležitou roli zde hraje integrace součástí elektromotoru do tvaru rámu a výraz, který by měl zohledňovat elektropohon.

Typ práce: vývojová – designérská

Projekt: specifický vysokoškolský výzkum

### Cíle diplomové práce:

Hlavním cílem práce je návrh designu horského elektrokola typu pedelec, pro rekreační sportování, s pevným rámem a motorem uloženým ve středovém složení.

Dílčí cíle diplomové práce:

- identifikovat hlavní designérské přístupy a charakteristické prvky současných elektrokol,
- navrhnout originální design horského elektrokola s využitím systému řady Shimano Steps 8000,
- prokázat funkčnost, ergonomičnost a realizovatelnost návrhu,
- realizovat fyzický model ve zmenšeném měřítku.

Požadované výstupy: funkční vzorek, průvodní zpráva, sumarizační poster, technický poster, ergonomický poster, designérský poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 72 000 znaků (40 – 50 stran textu bez obrázků).

Struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

[http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP\\_DP/Zasady\\_VSKP\\_2017.pdf](http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2017.pdf)

**Seznam doporučené literatury:**

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

FIELD, Charlotte a Peter FIELD (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

LIDWELL, William. a Gerry. MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.

THOMPSON, Rob. a Young Yun. KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

TICHÁ, Jana a Jan KAPLICKÝ. Future systems. Vyd. 1. Praha: Zlatý řez, 2002. ISBN 80-901562-6-6.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty



## **ABSTRAKT**

Předmětem této práce je design horského elektrokola typu pedelec. Design elektrokola je navržen s ohledem na cílovou skupinu, jenž je tvořena především rekreačními sportovci a s ohledem na umístění motoru SHIMANO ve středovém složení kola.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

elektrokolo, design, terénní, elektromotor

## **ABSTRACT**

Subject of this thesis is electric mountain bicycle design. The bike type is pedelec. It is designed with respect to target group which consist from hobby athletes and with consideration of Shimano motor location near bottom brackets.

## **KEY WORDS**

electric bike, design, terrain, electric motor



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

---

HRUŠKOVÁ, B. *Design horského elektrokola*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 86 s. Vedoucí diplomové práce akad. soch. Josef Sládek, ArtD.



## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce akad. soch. Josef Sládek, ArtD. za odborné vedení mé diplomové práce, cenné rady a podnětné připomínky. Také bych ráda poděkovala doc. akad. soch. Miroslavu Zvonkovi, ArtD. za vypsání tohoto tématu.

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Design horského elektrokola vypracovala samostatně a seznam literatury obsahuje řádně uvedeny veškeré použité zdroje.

.....  
v Brně dne

.....  
podpis



**OBSAH**

<b>ABSTRAKT .....</b>	<b>5</b>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA .....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>5</b>
<b>KEY WORDS .....</b>	<b>5</b>
<b>BIBLIOGRAFICKÁ CITACE .....</b>	<b>7</b>
<b>PODĚKOVÁNÍ .....</b>	<b>9</b>
<b>PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI .....</b>	<b>9</b>
<b>OBSAH .....</b>	<b>11</b>
<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>13</b>
<b>2. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ .....</b>	<b>14</b>
2.1. Designérská analýza .....	14
2.1.1. Stručný historický přehled .....	14
2.1.2. Popis designu podobných stávajících produktů .....	16
2.2. Technická analýza .....	25
2.2.1. Rozdělení kol podle využití .....	25
2.2.2. Součásti horských elektrokol .....	26
2.2.3. Součásti elektropohonu .....	28
2.2.4. Řídící jednotky .....	29
2.2.5. Baterie .....	31
2.2.6. Ovládání .....	33
2.2.7. Elektromotory, způsob jejich uložení .....	34
2.2.8. Materiály užívané pro rámy horských kol .....	35
2.2.9. Ergonomie horského kola .....	38
2.2.10. Shrnutí - závěr .....	39
<b>3. ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE .....</b>	<b>40</b>
3.1. Analýza problému .....	40
3.2. Cíl práce .....	40
<b>4. VARIANTNÍ STUDIE designu .....</b>	<b>41</b>
4.1. Varianta I .....	42
4.2. Varianta II .....	43
4.3. Varianta III .....	44
<b>5. TVAROVÉ ŘEŠENÍ .....</b>	<b>45</b>
5.1. Tvar rámu .....	45
5.1.1. Hlavní trojúhelník .....	45
5.1.2. Zadní trojúhelník .....	47
<b>6. KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ .....</b>	<b>49</b>
6.1. Konstrukčně technologické řešení .....	49
6.1.1. Geometrie rámu .....	49
6.1.2. Pevnost rámu .....	49
6.1.3. Motor .....	50
6.1.4. Baterie .....	51

6.1.5.	Přístup do schránky .....	52
6.1.6.	Návaznost na další prvky .....	52
6.1.7.	Materiál .....	53
6.2.	Ergonomické řešení .....	54
6.2.1.	Ergonomie posedu jezdce za jízdy .....	54
6.2.2.	Komfort jízdy - odpružení .....	55
6.2.3.	Vyjímání a nabíjení baterie .....	57
<b>7.</b>	<b>BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ .....</b>	<b>59</b>
7.1.	Barevné provedení rámu .....	59
7.2.	Barevné řešení ostatních součástí kola .....	60
7.3.	Grafické řešení .....	60
<b>8.</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>62</b>
8.1.	Psychologická funkce .....	62
8.2.	Ekonomická studie .....	62
8.2.1.	Podnikatelská strategie .....	62
8.2.2.	Analýza tržních příležitostí .....	64
8.2.3.	Analýza a výběr cílových trhů .....	65
8.2.4.	Marketingová strategie .....	67
8.2.5.	SWOT analýza .....	68
8.3.	Sociální funkce .....	73
<b>9.</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>74</b>
<b>10.</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....</b>	<b>75</b>
<b>11.</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN .....</b>	<b>78</b>
<b>12.</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>79</b>
<b>13.</b>	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>81</b>
<b>14.</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>82</b>



## 1. ÚVOD

---

**1**

Oblíbenost elektrokol stále stoupá a s ní stoupá počet prodaných elektrokol. Zákazníci jsou čím dál víc náročnější a požadují po výrobcích nejen bezchybný provoz a maximální dojezd, ale také poutavý design, snadný provoz a pozitivní dopad na životní prostředí.

Výrobci mohou přání zákazníků vyhovět hlavně díky technologiím, které se rapidně zdokonalují. Pozitivní vliv mají nové technologie zejména na akumulátory, jejichž kapacita se zvyšuje, zatímco hmotnost a cena klesá. Dojezd sportovnějších elektrokol, jako jsou horská a trekingová, se zvětšil, kola se dostala více do podvědomí veřejnosti, stoupla i jejich oblíbenost.

Lidé si stále kladou otázku, zda je morální a zdraví prospěšné si při sportovní jízdě na kole dopomáhat přišlapem. Je navrhování a prodej těchto kol s elektromotorem opravdu prospěšné společnosti, nebo se jedná o produkt, který jen přispěje k degeneraci lidí? Nestává se naše generace stále línější? Ale to už je jiná otázka.

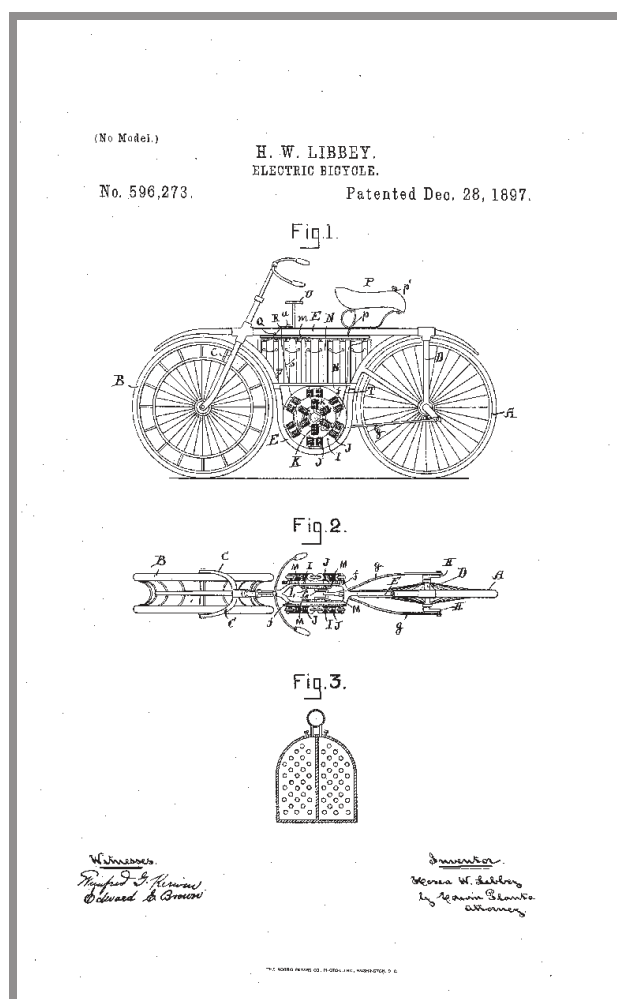
Při navrhování horského kola je důležitým aspektem rozložení hmotnosti akumulátoru a motoru. Výsledné těžiště kola s jezdcem má vliv na ovladatelnost kola. Uložení motoru má také vliv na techniku jízdy. Existuje mnoho způsobů vzájemného uložení těchto klíčových komponent. Proto je nalezení optimálního řešení, které by bylo zároveň technologicky i esteticky přínosné, obtížné. Zároveň je třeba se vypořádat i s dalšími aspekty, jako jsou technologické možnosti zadavatele. Vystává i otázka, jestli se má elektrokolo vzhledově blížit obyčejnému jízdnímu kolu, nebo naopak co nejvíce odlišovat.

## 2. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

### 2.1.Designérská analýza

#### 2.1.1. Stručný historický přehled

Nápad instalovat elektromotor do kola se objevil již ke konci 19. století. První patent kola poháněného elektromotorem, uloženým nad středovou osou s klikami, si nechal zapsat Hosea W. Libbey z amerického Bostonu. Tyto první pokusy však zatím nikam nevedly a větší rozmach elektrocyklistika zažila až v období mezi světovými válkami. Údajně prvním sériově vyráběným elektrokolem bylo kolo EMI/Philips z roku 1932. Firma EMI, vyrábějící elektromotory, měla do budoucna velké plány, které však nikdy neuskutečnila. Vývoj kola EMI/Philips zřejmě předběhl technické možnosti své doby.



Obr.: 2-1 Patent prvního elektrokola [1]

V českých zemích se stavbou elektrokola začal věnovat inženýr H. Fügner. V roce 1944 se veřejnost dočkala elektrokola, které mohlo dosáhnout rychlosti až 14 km/h. Tehdy jeho váha, díky olověným bateriím, přesahovala 100 kg, což by bylo v dnešní době nepříjemné a tehdy to mohlo být i značně nepohodlné.

Vývoj kupředu posunula německá firma Hercules, která jako jedna z prvních začala vyrábět elektrokola s integrovanou NiCd baterií místo olověné baterie. Také použila kotoučovou brzdu v době, kdy tyto brzdy nebyly tak běžné jako dnes.



Obr. 2-2 Elektrokolo Hercules „Elfa“ [9]

Mimo Evropu se elektrokola nejvíce vyvíjela v Japonsku. Dnes už se i ostatní asijské země, jako je Čína či Korea, považují za silné konkurenty evropských výrobců.

### **Současný stav**

Celkový vzhled elektrokol se odvíjí od použitých elektrokomponentů. A protože se na trhu dodavatelů těchto komponentů nevyskytuje mnoho, nemají výrobci elektrokol moc na výběr. Klasické součásti, které jsou společné s obyčejnými jízdními koly, mají už svůj neměnný vzhled. Spíše než na estetiku se klade důraz hlavně na funkci. Do těchto součástí můžeme u elektrokol zařadit také součásti elektromotoru, kterými jsou pohonná jednotka, baterie, snímače a řídicí jednotka s ovladači. Vlastně by se dalo říct, že celkový vzhled kola určuje tvarování rámu a detailů, nebo případného opláštění těchto součástek. Tvar rámu se ostatním částem kola přizpůsobuje. Geometrie rámu je také odvozena od pevnostních a dynamickým vlastností při namáhání. Proto musíme při navrhování respektovat jejich tvar.

To neznamená, že by s tvarem elektrokol nikdo neexperimentoval. Zvláště u městských kol se můžeme setkat s nejrůznějšími tvary a technickými řešeními. U městských kol jsou však nižší nároky na pevnost a váhu kola. Proto klasická, osvědčená geometrie rámu stále zůstává u kol horských a silničních.

Trendem u horských elektrokol jsou kola celoodpružená s vysokým výkonem motoru. Často však jde o kolo, které díky výkonosti motoru dosahuje rychlosti vyšší než 25 km/h a spadá tím pádem do kategorie elektromotocyklů. To znamená jednostopých vozidel s elektrickým pohonem, kde jsou šlapátka spíše jen kvůli stabilitě. Tato kola vypadají velmi podobně jako malé motorky a člověk na ně potřebuje řidičský průkaz.

V opačných případech se často setkáváme s elektrokoly, kde tvar rámu není skoro vůbec přizpůsoben elektrickým komponentům. Jeho tvar je minimálně upraven tak, aby se do něj dal motor a baterie uložit. Často se jedná původem o jízdní horské kolo, které bylo pouhým přidáním komponentů přestavěno na elektrokolo. Některé firmy tyto komponenty prodávají a každý si je může na své kolo přidat sám nebo může využít služeb specializované prodejny, kde mu běžné kolo na elektrokolo přestaví.

---

#### **2.1.2. Popis designu podobných stávajících produktů**

Typický zástupce horského elektrokola českého výrobce je firma BFI (Bike Fun International). Firma BFI sestavuje kola horská pro dvě značky: Superior a Rock Machine. Proto se uložení elektrokomponentů do rámu u těchto dvou značek nijak zásadně neliší. I když jsou rámy z jiných materiálů, nebo vyrobeny jinou technologií. V tomto případě jsou oba rámy vyrobeny ze slitin hliníku, ale jinou technologií, což jde poznat už z prvního pohledu. Obě firmy používají elektromotor středového složení od firmy Shimano, stejně tak kliky, převodníky nebo řazení.

### **eXP 909 STePS**

Typický tvar rámu je ve středovém složení upraven pro uložení motoru a baterie. Nové tvarování, které je přizpůsobené uložení baterie a elektromotoru, není příliš odlišné od běžného tvaru rámu horských kol od firmy Superior. Baterie je opláštěná a její tvar má lehce navazovat na linii rámu.

Při tvarování typické konstrukce v kosočtverečném rámu je důležitý nejen vnější obrys trojúhelníku, ale i ten vnitřní. V tomto případě však baterie rozbíjí čisté tvarování vnitřního trojúhelníku. Pozitivním prvkem je na elektrokole od Superioru grafika. Grafika baterie s vtípem navazuje na grafiku rámu v místě písmene „u“. Červeno černo bílá barevnost působí dravě, ale není ničím výjimečná. Celkové tmavé vyznění kola spíše zapadá.



Obr.: 2-3Elektrokolo firmy Superior[2]



### **TORRENT e50-29 STePS**

Typický zástupce horského elektrokola, které sestavuje firma BFI pro Rock Machine. Rám je ve výrazně žluté barvě s modrými doplňky. Tato barevnost ale neladí se zbytkem komponentů, ani s baterií, která na sebe příliš upoutává pozornost, neboť je v základní šedé barvě.



Obr.: 2-4 Elektrokolo od firmy RockMachine[3]

Na letošním ročníku evropského festivalu jízdních kol Eurobike, který se konal v Německu, představili výrobci své žhavé novinky. Trendem v roce 2017 budou celoodpružená horská kola a retro styl u městských elektrokol. Celý trh se orientuje hlavně směrem k elektrokolům. Oblíbené jsou také tzv. gravel biky, které jsou zaměřeny na cyklokros a jízdu po štěrku. Gravel bike od české firmy Festka, má navíc nově speciální odpružení přední vidlice Lauf Grit.



Obr.: 2-5 Gravelbike od české firmy Festka[4]

### Giant Full-E+ 2017



Obr.: 2-6Horské elektrokolo Giant[5]

Jako většina zmíněných elektrokol, má i kolo od firmy Giant vyroben rám ze slitiny hliníku. Zde však při tvarování rámu vzniklo jedno kritické místo. V přechodu spodní trubky rámu v horní trubku a přední vidlici. Spodní trubka má od svého počátku ve středovém složení stejný průměr, nahoře se však těsně před napojením zúží a tím vznikne kriticky tenké místo. I kdyby pevnostní vlastnosti při jízdě v terénu vyhovovaly, vizuálně tu obyčejnému pozorovateli něco neladí a toto místo působí velmi křehce a subtilně. V tomto případě by se hodilo napojení na horní trubku jako je u elektrokola ROSE ELEC TEC, nebo trubka navíc, jako je u SIMPLON Steamer Carbon.

## ROSE ELEC TEC



Obr.: 2-7Horské elektrokolo od německé firmy Rose[4]

Velmi zajímavě řešené elektrokolo, které nemá odpružení zadní vidlice, tudíž spadá do stejné skupiny, jako kolo, které je předmětem této práce. Baterie je, jako u většiny elektrokol, umístěna ve spodní trubce rámu, jejíž tvar je, typicky pro baterii elektromotoru, upraven a zesílen. Toto kolo má však oproti jeho konkurentům ve tvarování výhodu. Spodní trubka ladně navazuje na ostatní části rámu a nevzniká zde žádné místo, které by narušovalo tvarovou celistvost kola. Tvar spodní trubky je víceméně souměrný (i když zrcadlově obrácený). To vytváří typický tvar, který se opakuje i v grafice kola. Díky grafice také zaniká umístění baterie, jež je vyjímatelná, jako u ostatních elektrokol. Stejně šikovně schovaný je i motor ve středovém složení. Ostatní komponenty už jsou klasické. Jediný nedostatek má umístění řídicího panelu, který je připevněn na řídítkách a není také schován v trubce řídítek. Vyčnívá do prostoru a ruší celkový jednotný čistý vzhled kola.



### MAXX FAB4 EL & Jinxx EL



Obr.: 2-8Horské elektrokolo od firmy Maxx[6]

Horské celoodpružené kolo od firmy Maxx se snažilo využít stejného tvarování zesílením spodní trubky rámu. Designérům se to však nepovedlo stejně dobře jako u kola Rose. Tvar vrchní a spodní části trubky na sebe nijak nenavazuje a celkový dojem tříští i vrchní trubka, která je dvakrát zalomená. Tvar baterie čistě navazuje na tvar trubky, ale její barevné rozlišení nám dává příliš mocně najevo, kde se baterie skrývá, proto působí spíše jako rušivý element.

Nicméně jde o kolo, které se dá řadit do designově zdařilejších elektokol.

## SIMPLON Steamer Carbon



Obr.: 2-9Horské elektrokolo od firmy Simplon[4]

Na rozdíl od předchozích kol je rám kola od firmy Simplon vyroben z karbonu. Horské celoodpružené elektrokolo od firmy Simplon řeší tvar spodní trubky rámu stejně jako elektrokolo firmy Maxx. Zde se však designéři zaměřili spíše na vizuální odlehčení. Při navrhování tvaru rámu mysleli i na kombinaci tvaru s grafikou a na to, jak spodní trubka, spolu s uloženou baterií, působí robustně. Žluté pruhy po stranách trubek odlehčují celkové hmotě rámu a dodávají kolu svěží vzhled. Dalším plusem je uložení baterie, ta není na první letmý pohled viditelná. Baterie je totiž integrovaná do karbonového rámu, rám z jiného než kompozitního materiálu by tuto možnost uložení baterie nenabízel. Z rámu musí vést otvor pro nabíjení baterie konektorem.

### Lapierre Overvolt AM Carbon



Obr.: 2-10Lapierre Overvolt AM Carbon [7]

Na elektrokolu firmy Lapierre designéři zkusili netradiční uložení baterie. Je umístěna nad středovým složením, tudíž se posunulo i těžiště kola níž. Kolo se stává stabilnějším, ale nejspíš rostou problémy s tvarováním rámu. Spodní trubka totiž obepíná baterii ze tří stran a tím vzniká „vanička“, která je na výrobu velmi náročná. S použitým karbonovým materiálem je vytvarování rámu do této podoby jednodušší. Klesá také váha kola, cena je naopak vyšší.

### Gocycle

Gocycle je dnes velmi oblíbené městské elektrokolo. Elegantně i technicky zdařile řešené je skládací kolo Gocycle od londýnského designéra Richarda Thorpa. Rám i loukoťová kola jsou vyrobená z hořčíkové slitiny Magflow, která výrazně ubírá na hmotnosti kola. Gocycle není typické skládací kolo. Spíše je složitelné do malých rozměrů a dá se vložit do plastového přepravního boxu. Jeho specialitou je i odpružená jednonohá vidlice, do níž je integrován elektropohon. Celé elektrokolo je řešeno komplexně a čisté linie rámu mu dodávají eleganci. [9]



Obr. 2-11 Skládací kolo Gocycle[8]

## 2.2. Technická analýza

2,2

---

### 2.2.1. Rozdělení kol podle využití

2,2,1

---

#### Horská kola

Jsou vhodná do terénu, na nezpevněné stezky, ale i do města. Uživatelé těchto kol hledají sportovní vyžití, ale fyzicky nestačí svým kamarádům nebo rodině. Právě díky elektromotoru mohou pořádat delší výlety do přírody s přáteli. Elektropohon může být i prospěšný, když se člověk kvůli zdravotním problémům nemůže naplno věnovat své oblíbené aktivitě.

*„Před čtyřmi lety mi byla zjištěna srdeční arytmie a kardiolog mi doporučil při pohybových aktivitách zdraví přijatelnou intenzitu zatížení do 130 tepů/min. Při jízdě na kole to znamenalo ve stoupání přehodit na nejlehčí převod, snížit významně rychlost jízdy, ale většinou sestoupit s kola a kopec vyjít pěšky, což pro cyklistu není příliš příjemné.“*

Napsal PaedDr. Jan Jeřábek (emeritní metodik ČASPV) v metodické příloze o elektrokolech časopisu Pohyb je život.[22]

#### Silniční kola

Na silničních kolech je jezdec nejvíce předkloněn, poloha připomíná leh. Tato poloha je důležitá kvůli aerodynamickým vlastnostem, protože při jízdě na silničních kolech se dosahuje nejvyšších rychlostí. Vysoké rychlosti dopomáhají i tenké pláště, které minimalizují tření mezi kolem a povrchem země. Na silničních kolech také nenajdeme odpružený rám, ani vidlici. Díky těmto vlastnostem jsou taková kola určena pouze na hladké povrchy, jak již z názvu vypovídá, silnice.

#### Městská kola

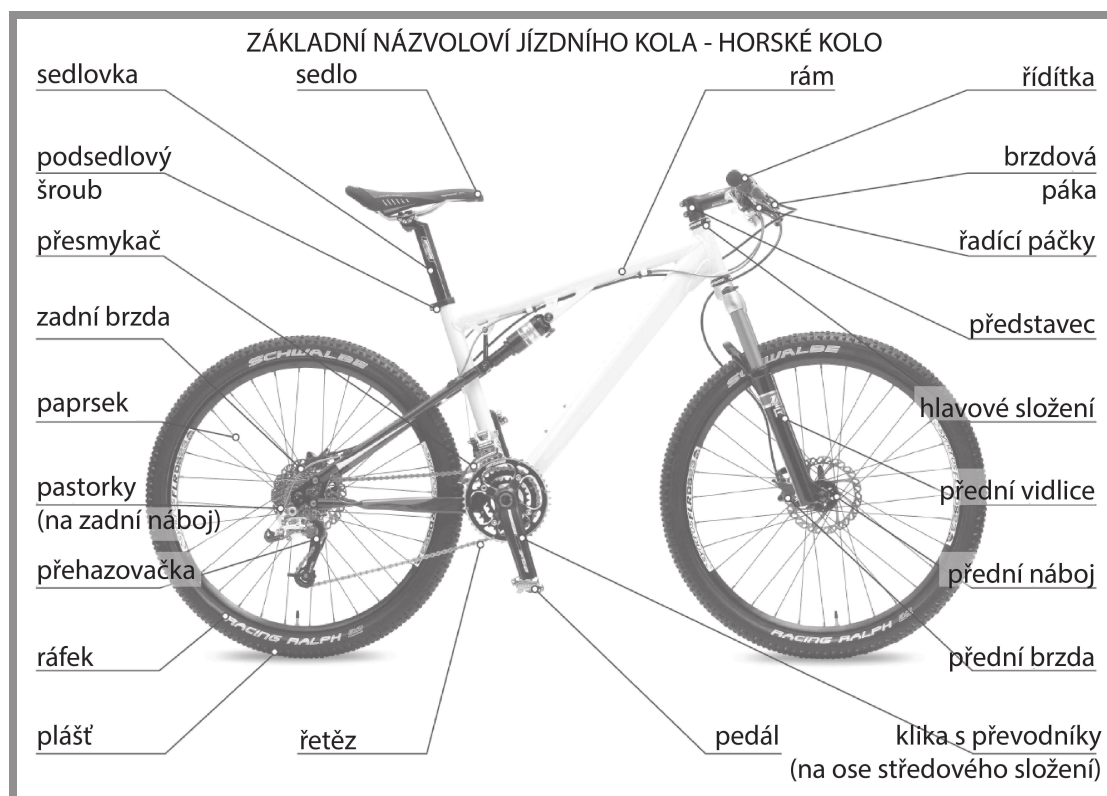
Jsou určena pro jedince, kteří se chtějí pohybovat po městě rychle i v civilním oblečení. Jsou to buď businessmani, kteří si nechtějí cestou do práce či jednání zapotit svůj oblek, nebo třeba ženy, které musí dojíždět do města a zpět vézt nákup, nebo dítě. Tato kola jsou navržena tak, aby zajišťovala cyklistovi co největší pohodlí při jízdě i manipulaci s kolem. Proto mívají širší pneumatiky, nižší hmotnost a pohodlnou polohu při jízdě.



### 2.2.2. Součásti horských elektrokol

Horská elektrokola jsou namáhána při jízdě nejvíce ze všech typů kol. Je to dáno prudkými nárazy způsobenými změnami terénu. Proto je důležité, aby součásti horských elektrokol byly kvalitní a byly vyrobeny z pevných materiálů. Při výběru takového kola je kladen důraz na kvalitu kola, na dostatečnou pevnost rámu (který je o to víc zatížen elektropohonem a baterií) na vyspělou elektroniku s citlivým ovládáním.

Části horských elektrokol jsou popsány v následujících obrázcích.



Obr.: 2-12Klasické části horský kol [19]

Horská elektrokola můžeme pak dále dělit na kola s celoodpruženým rámem a s pevným rámem. Ta celoodpružená zajišťují větší pohodlí jízdy, jsou často používána pro sportovnější využití, v náročném terénu a při sjezdech. U kol s pevným rámem zajišťují pohodlí pneumatiky a odpružená vidlice. Jejich výhodou je to, že jsou lehčí.



2-13 Detail odpružení rámu [20] a přední vidlice [21]

### **Pedelec vs E-Bike**

Elektrokola jsou jednostopá vozidla s hybridním pohonem. Pohon šlapáním je doplněn ještě pohonem elektromotorem, který je napájený baterií. Rozlišujeme dva typy elektrokol.

#### **Pedelec**

Výkon elektromotoru závisí na šlapání, kdy síla nebo intenzita šlapání udává pomocnou sílu motoru. Tomuto typu elektrokola se říká pedelec, což vzniklo ze dvou slov pedal + electro. Tento typ dopravního prostředku se z hlediska silničního provozu považuje za jízdní kolo. Cyklista s ním může na cyklostezky a šlapáním rozvíjí svoji fyzickou zdatnost. Kvůli bezpečnosti je přídavná síla motoru omezena shora rychlostí 25 km/h.

#### **E-Bike**

Ve druhém případě se jedná o elektrokolo, jehož výkon motoru není závislý na šlapání a elektromotor se obvykle ovládá páčkou nebo tlačítkem na řídítkách. Tento typ elektrokol se nazývá E-Bike a jeho zástupci jsou většinou zařazováni mezi malé motocykly. Často se od řidičů kol E-Bike požadují zkoušky ze znalosti pravidel silničního provozu. [9]

### 2.2.3. Součásti elektropohonu



Obr.: 2-14 Nutné části elektrokola [23]

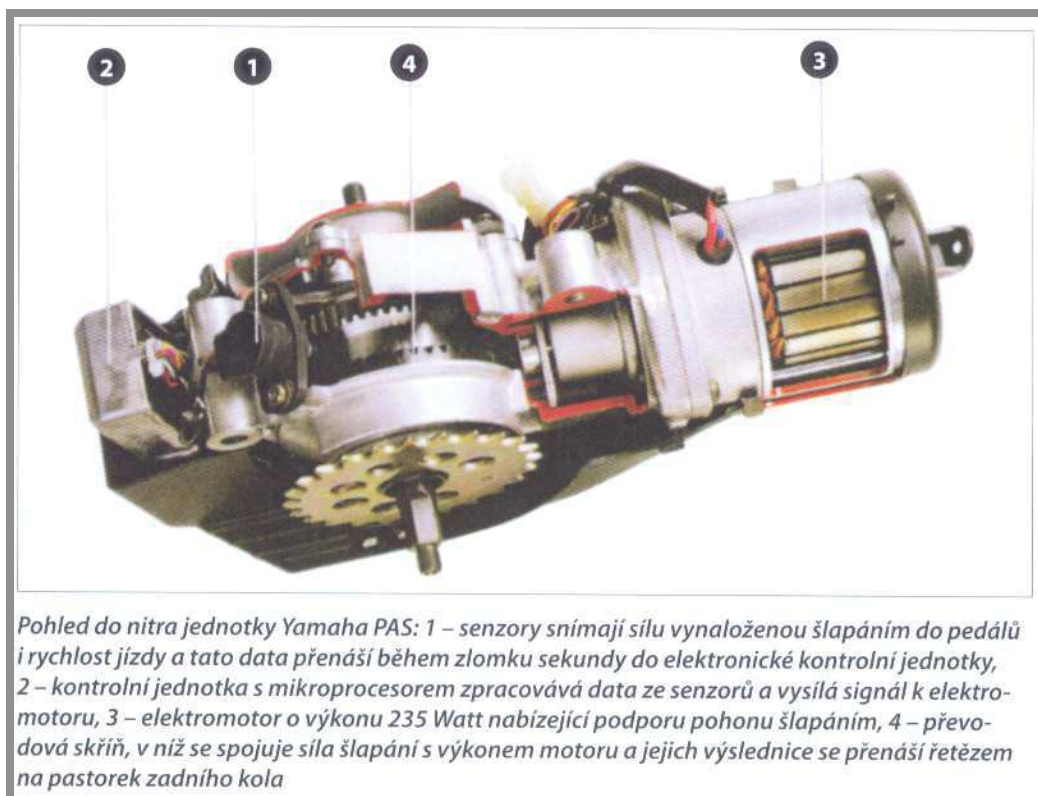
Kromě klasických funkčních částí obyčejného jízdního kola patří na elektrokolo sada určená k elektrifikaci kola. Skládá se primárně z elektromotoru, baterie, řídící jednotky a ovládání. Tato sada se dá koupit samostatně a člověk si může sám přestavit svoje jízdní kolo na elektrokolo, případně to nechat na odborníkovi. Pohodlnější je ale si pořídit elektrokolo už s integrovaným motorem a ostatními komponenty. Tato kola už byla navržena, aby unesla váhu motoru a baterie. Jsou z pevnějších materiálů a navíc se nestane, že by komponenty na kole neseděly přesně. Po doplňkové montáži sady často chybí koordinace šlapání a elektropohonu. Kabeláž je vystavena povětrnostním vlivům a riziku poškození, protože je vedena vně rámu.

#### Elektromotory

„Standardem jsou stejnosměrné třífázové (bezkartáčové) synchronní elektromotory s napětím 24 V nebo 36 V, které lze rozdělit na motory do jmenovitého výkonu 250 W (s nimiž elektrokola splňují podmínky euronormy EN 15194 a podle stávající legislativy je na ně pohlíženo jako na běžná jízdní kola) a na motory s výkonem vyšším než 250 W.“

Elektromotory elektrokol rozlišujeme na nábojové (v předním a zadním kole elektrokola) a centrální. Výjimkami jsou motory uložené např. uvnitř sedlové trubky. [9]



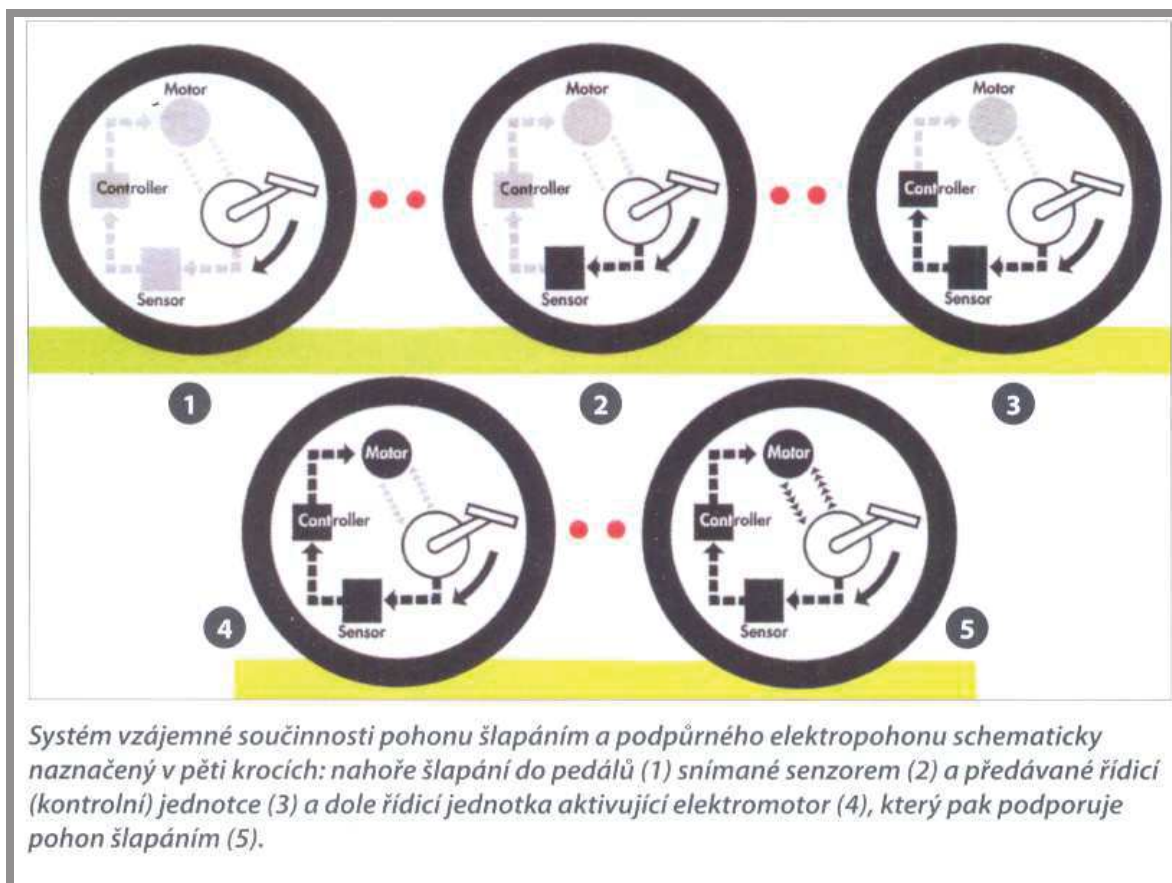


Obr.: 2-15 Motor ze středového složení kola [9]

#### 2.2.4. Řídící jednotky

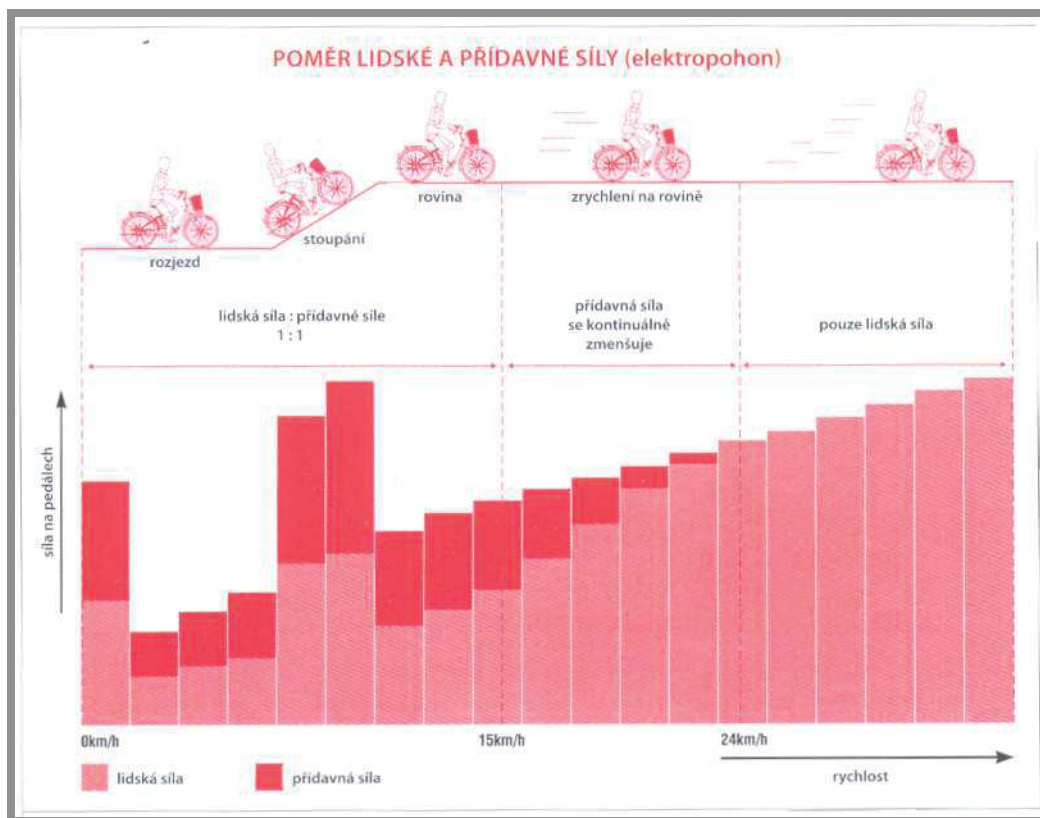
Elektronické zařízení, které harmonizuje podíl svalové síly a síly motoru. A tím i jízdní režim elektrokola. Základem elektronické řídící jednotky je mikroprocesor, který zpracovává data o šlapání. Zabraňuje nárazovitému spuštění a přerušení (při dosažení rychlosti 25 km/h) elektromotoru. Je žádoucí, aby přechody mezi režimy jízdy byly jemné. Do elektronické řídící jednotky patří také senzory, které snímají tlak chodidla na pedály či frekvenci šlapání. Podle velikosti síly či frekvence vyšle elektronika impuls k motoru, který zvýší nebo sníží podporu pohonu.

2,2,4



Obr.: 2-16 Znáznornění funkce řídicí jednotky [9]

Obvykle se přidáný elektropohon podílí na celkové síle maximálně 50%. Nejvíce síly přidává při jízdě do kopce a při rozjezdu. Čím víc se rychlost kola blíží rychlosti 25 km/h, tím víc míra asistence motoru plynule klesá. [9]



Obr.: 2-17 Graf poměru lidské a přídavné síly elektropohonu během jízdy [9]

### 2.2.5. Baterie

2,2,5

Baterie pro elektrokola jsou akumulátory energie a slouží k napájení motoru elektrokola. Jsou sestaveny z většího počtu elektrochemických článků, které jsou zapojeny do série nebo paralelně. Pro baterie elektrokol je vhodné zapojení kombinací obou typů. Mezi elektronovými články probíhá elektronická polarizace mezi kladnou a zápornou elektrodou v příslušném elektrolytu. Je to vratný proces, to znamená, že se elektrody akumulátoru při nabíjení polarizují a při vybíjení se vrací do původního stavu. Díky pokroku ve vývoji baterií klesla hmotnost mnohých elektrokol pod 20 kg. Některá elektrokola jsou váhově srovnatelná s klasickými jízdními koly.

Důležitým údajem, při návrhu baterie pro elektrokolo, je poměr kapacita/hmotnost, jehož jednotkou je Ah/kg. Životnost baterie ovlivňuje kromě její konstrukce i způsob jejího používání. Životnost baterie se uvádí v počtu jejích nabití-vybití, nebo v délce jejího života (trvání). Baterie se dobíjí z běžné sítě 220 V/50 Hz přes adaptér obvykle 24 V nebo 36 V. Baterie lze buď z kola vyjmout a nabít ji na vhodném místě uvnitř domu, nebo jsou integrované v rámu kola a tudíž nevyjímatelné. Při této variantě je nutné, aby v blízkosti místa, určeného pro uskladnění kola, byla elektrická zásuvka. Dojezd elektrokola závisí, ještě vedle kapacity baterie, na dalších podmínkách. Mezi ně patří i profil terénu, ve kterém se jezdec pohybuje. Významně se dojezd zkracuje

při jízdách ve stoupáních. Orientačně se dá dojezd elektrokola vypočítat součinem dvou základních parametrů elektrokola:

$$\text{Kapacita (Ah)} \times \text{napětí (V)} = \text{energie (Wh)}$$

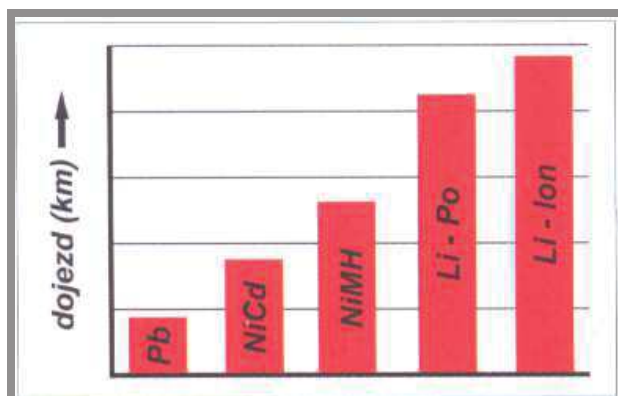
Tento údaj je však pouze orientační. Dojezd elektrokola v běžném provozu je většinou 40 až 50 km. Při uvažování prodloužení dojezdu elektrokola, pomocí rekuperace energie při brždění, není příliš výhodné. Důvod je v malé hmotnosti soustavy elektrokolo + jezdec. I tak systém rekuperace někteří výrobci motorů do svých výrobků zařazují.



Obr.: 2-18Baterie Shimano ve svém ochranném pouzdře [24]

Druhy baterií elektrokol se rozlišují podle materiálu elektrod. Soudobý pokrok v technice baterií, snižuje jejich hmotnost a rozšiřuje kapacitu baterií. Druh materiálu elektrod má vliv na její kapacitu, životnost, i vliv na životní prostředí.

První baterie, co se pro akumulátory elektrokol používaly, byly olověné Pb-baterie. Dnes jsou již minulostí. Zejména kvůli vysoké hmotnosti olova a jeho negativnímu dopadu na životní prostředí, způsobeného hlavně náročnou recyklací těchto baterií. První baterie, které nahradily ty olověné, byly Niklkadmiové NiCd-baterie. Disponovaly zejména nižší hmotností a také menší zátěží na životní prostředí. Bateriemi, které mají nejvýhodnější poměr hmotnosti ke kapacitě a životnosti, mezi současně komerčně užívanými, jsou Lithium polymerové LiPol-baterie. Výhodné jsou také Lithium manganové Li-Mn-baterie. Jejich většímu rozšíření jako baterií elektrokol však brání poměrně vysoká cena. [9]

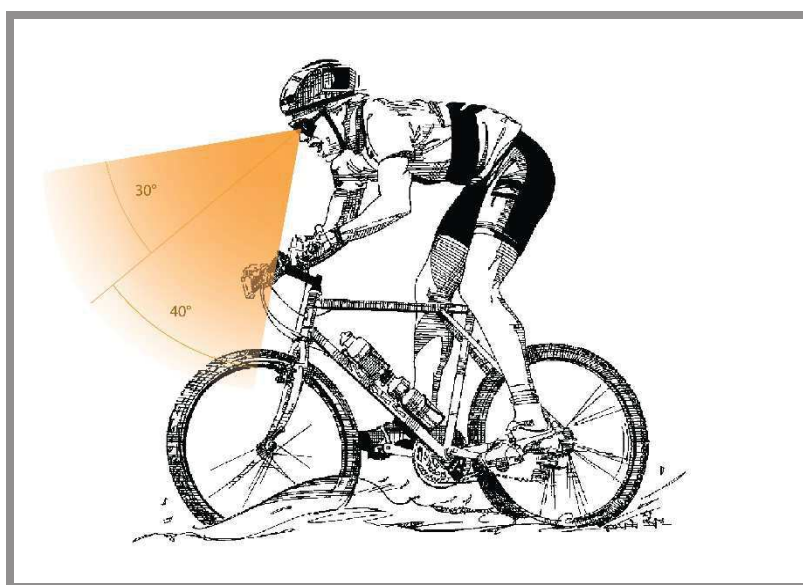


Obr.: 2-19 Poměrné porovnání dojezdu baterií podle materiálu elektrod [9]

### 2.2.6. Ovládání

2,2,6

Nedílnou součástí elektrokol jsou dnes panely s ovládacími tlačítky a informačními prvky, jako jsou údaje o stavu baterie, režimu a parametrech jízdy. Při umisťování ovládacích panelů je důležité, aby zůstaly v zorném poli jezdce. Na některých kolech panel s ovládacími prvky nahrazuje pouze tlačítko zapnout/vypnout.



Obr.: 2-20 Zorný úhel jezdce na kole [25]

Ovládací panely bývají často vystaveny povětrnostním vlivům, vlhkosti, prachu a otřesům. Tudíž je nutné, aby byly uzavřeny ve vodotěsných a prachotěsných pouzdrech. Povětrnostním vlivům a mechanickému poškození jsou vystaveny i kabely, které bývají často vedeny vnitřkem rámu a propojují jednotlivé části elektropohonu. Dobrým řešením je centrální mnohavodičový kabel, který je veden rámem a na jehož konci je sada konektorů k připojení na řídicí jednotku a jednotlivé ovládací prvky. [9]



### **2.2.7. Elektromotory, způsob jejich uložení**

Nejčastější místo pro uložení baterií je za sedlovou trubkou -viz Obr.: 2-23 c). V této variantě je motor nejčastěji uložen v centrální jednotce kola. Při tomto uložení má kolo výhodnou polohu těžiště, protože se příliš neliší od polohy těžiště soustavy kolo + jezdec. Nevýhodou uložení baterie za sedlovou trubkou je, že má kolo větší rozvor kol, z čehož plyne menší „ochota“ kola k zatáčení.

Časté je také uložení baterie na nosiči zavazadel. Toto umístění je výhodné zejména v kombinaci se zadním nábojovým elektromotorem -viz Obr.: 2-23 a). Toto uložení však ovlivňuje těžiště kola. Těžiště je posunuto dozadu a přední kolo zůstává velmi odlehčené. Tím pádem se zhoršují jízdní vlastnosti kola.

Stále častější je uložení baterie uvnitř rámu. Bývá v kombinaci se středovým uložením motoru - viz. obr 2-23 d). Při uložení baterie v blízkosti šlapacího středu se poloha těžiště příliš neliší od jeho polohy na běžném kole. Baterie i kabeláž je výborně chráněna proti vnějším vlivům. V tomto případě baterie není vyjímatelná a kolo musí být při dobíjení v blízkosti elektrické zásuvky.

Uložení motoru do předního kola - viz. obr 2-23 c) - bývá výhodné zejména u sad pro elektrifikaci kola, pro jeho snadnou montáž. Je ekonomicky výhodné, protože při návrhu se nemusí řešit změna tvaru rámu kola. Elektrokolo je také kompatibilní s běžným řazením převodů. Nicméně je kolo hůře ovladatelné vlivem velké rotující hmoty v oblasti předního kola. Tato váha má také vliv na zatížení přední vidlice a přední kolo má větší sklon k proklouznutí.

Ideálním rozložením baterie a motoru horského elektrokola je pohon do zadního kola a uložení baterie v blízkosti těžiště soustavy kolo + jezdec. Zadní kolo lze pohánět elektromotorem i přes řetěz, který také přenáší energii z běžného šlapání. V takovém případě je motor uložen ve středovém složení a má příznivý vliv na těžiště kola. Baterie může být zcela integrovaná, částečně integrovaná v rámu, nebo upevněná na rámu. Velkou výhodou je odnímatelnost baterie, aby nedošlo ke znečištění interiéru od pneumatik při dobíjení uvnitř. [9]



Obr.: 2-21a) b) c) d) Vzájemná poloha uložení motoru a baterie: (shora) Motor v náboji zadního kola, baterie na nosiči. Motor v náboji předního kola, baterie na nosiči. Motor i baterie ve středovém složení. Motor v náboji zadního kola, baterie v rámu kola. [9]

#### 2.2.8. Materiály užívané pro rámy horských kol

2,2,8

Rám je hlavním nosným prvkem, na který se upevňují všechny další součásti kola a navíc i hmotné baterie a elektromotor. Proto rámy elektrokol musí být pevné, tuhé a odolné proti deformacím při statickém i dynamickém namáhání. Tyto vlastnosti ovlivňuje materiál, ze kterého je kolo vyrobeno.

Často používaným materiálem pro elektrokola bývá ušlechtilá Cr-Mo ocel nebo kvalitní Al-slitiny. Těmto slitinám, s označením 6061 nebo 7005, se říká obecně dural. Dural přispívá k nižší hmotnosti kola. Hliník však není tolik pevný jako ocel a musí se počítat s většími průměry trubek, abychom dosáhli dostačující pevnosti. Stále častější jsou pro rámy elektrokol používány kompozitní materiály, jako je karbon (uhlíkový kompozit). Karbon je lehčí než dural, má šestkrát větší pevnost než ocel, je však finančně nákladnější. Hmotnost takového kola může klesnout až na 20 – 22 kg. Existují i elektrokola, jejichž rám je z titanové slitiny. Jednou z výhod rámu z této slitiny je, že nerezaví. Rozdíly hmotností jednotlivých materiálů však nejsou v součtu celkové hmotnosti elektrokola tak významné, aby použití lehkého materiálu bylo natolik přínosné jako u nemotorových závodních kol.

Nejdražší z uvedených materiálů je titan, má také nejlepší pevnostní vlastnosti. Nejlevnější je ocel. [27] [9]

Tab. 2-1 Hustota materiálů používaných na rámy kol [28]

<b>Materiál</b>	<b>Hustota (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Ocel	7850
Dural	2800
Karbon	1750
Titan	4540

### **Tendence tvarování rámu elektrokol**

Klasický tvar rámu ve tvaru kosočtverce má velké pevnostní výhody. V posledních desetiletích se u elektrokol častěji objevují různé geometrie. Oblíbená kola, zejména pro starší zákazníky, jsou kola s tzv. nízkým nástupem. U takových kol je úplně odstraněna horní rámová trubka a spodní je snížena až skoro k zemi. Tvar kola připomíná koloběžku. S takovým kolem se však nedá jezdit v náročnějších terénech ani na delší trasy.

Ve tvarování průřezu trubek rámu se vyskytují také dvě tendence. První ctí klasický kruhovitý průřez. Baterie i motor jsou pak upevněny na rámu v ochranném pouzdře nebo uvnitř rámu. Ve druhém případě bývá často spodní trubka předimenzována, aby se do ní baterie vešla. Druhý typ tvarování je většinou uzpůsoben tvaru a uložení baterie. Často jde o kovové výlisky nebo karbonové rámy. Jsou natvarovány tak, aby tvarově navazovaly na baterii, která je na nich nebo v nich uložena. [9]



Obr.: 2-22 Tvar profilu rámu uzpůsobenému k uložení elektromotoru. [30]





Obr.: 2-23Tvar profilu rámu uzpůsobenému k pohodlnému nastupování. [31]



Obr.: 2-24Tvar profilu rámu uzpůsobenému k uložení baterie způsobem rozšíření trubky rámu. [32]

### 2.2.9. Ergonomie horského kola

Poloha sezení jezdce na kole se odráží od typu kola a účelu jízdy. Městští jezdci jsou více vzpřímení a jejich posed se více podobá klasickému sezení na židli. Čím je kolo specializovanější ke sportovnímu a závodnímu užití, je jezdec více předkloněný. Někteří silniční závodníci jdou do extrémů, kdy jim už původní navržená ergonomie kola nestačí a sedají si na horní rámovou trubku, aby se mohli ještě více předklonit a minimalizovali tím odpor vzduchu. Výhodou předklonění je lepší ovladatelnost kola, která se dosáhne pokrčením paží a přenesením těžiště více dopředu, a menší odpor vzduchu. U horského kola se posed často mění na stoj. Zvláště při jízdě z kopce, nebo do kopce. Při různých stylech sezení se také mění těžiště soustavy jezdec + kolo.

Posed jezdce je do velké míry daný anatomickými předpoklady člověka jako takového. Má-li být šlapání efektivní, je nutné správně vyvážit polohu sedacích partií a nohou. Přirozený posed vychází z toho, že při položení nohy na pedál a její natočení do spodní úvratí kliky musí být noha mírně pokrčená. [29]

Pro pohodlné sezení je důležité mít správnou velikost rámu kola a nastavenou správnou polohu řídítek i sedla. Jak by měla vypadat ideální poloha a sklon končetin, je vyznačeno na obrázku: Noha i paže zůstávají vždy mírně pokrčené. Při poloze, jaká je na obrázku 2.23 c), by od kolene na střed pedálu měla vést kolmice se zemí.



Obr.: 2-25 a) ,b), c) Na snímcích je vyznačen způsob měření výšky sedla a vzdálenost řídítek [26]

Podle ergonomie se také určuje poloha páček na řídítkách. Ať už se jedná o brzdy, páčky od přehazovačky nebo ovládací panel motoru. Vše by mělo být v bezprostředním dosahu ruky či prstů. Totéž platí např. o umístění láhve na vodu.

Sedla se dnes už dělají na míru, nebo si zákazník může vybrat z různých velikostí a typů podle tvaru své pánve a sedacích svalů. Protože i nevhodné sezení na nevhodném sedle může působit při delší jízdě veliké bolesti.

#### **2.2.10. Shrnutí - závěr**

2,2,10

---

Z analýzy vyplynulo, že pro horská elektrokola s pevným rámem je nejlepší použití uložení motoru ve středovém složení v kombinaci s baterií, která je také uložena blízko středového složení, v trubce rámu nebo zavěšena na rámu, aby bylo těžiště elektrokola co nejbližší těžišti obyčejného kola s jezdcem. Jako materiál se nejvíce hodí dural, protože není příliš drahý, tudíž rapidně nezvyšuje cenu elektrokola. Má také dobré vlastnosti pro zpracování. Nejvhodnější je použít Li-Ion baterie, protože mají největší kapacitu. Dráty by měly být vedeny vnitřkem rámu, aby byly co nejvíce chráněny proti povětrnostním vlivům. Počítač s ovládáním by měl být umístěn na řídítkách.

### **3. ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE**

#### **3.1. Analýza problému**

Elektrokola se stále vyvíjí. Na jejich výrobu se používají stále nové materiály a technologie. V současnosti roste oblíbenost elektrokol a jejich prodej stále stoupá. V České republice se designem elektrokol skoro nikdo nezabývá. Spíše se sestavují elektrokola ze součástí dovezených ze zahraničí nebo přestavují kola na elektrokola. Zajímavější design nabízejí spíše koncepty. Toto platí zejména pro horská nebo silniční kola, protože městská kola jsou žádanější a tudíž rozšířenější. V současnosti však roste trend horských elektrokol. Proto by této příležitosti měla firma BFI využít a začít vyrábět horská elektrokola se zajímavým designem.

Popularita elektrokol narůstá také s rozvojem elektrokomponentů, které do značné míry limitují celkovou koncepci. Důležitou roli zde hraje integrace součástí elektromotoru do tvaru rámu a celkový výraz rámu, který by měl zohledňovat elektropohon.

#### **3.2. Cíl práce**

Hlavním cílem práce je návrh designu rámu horského elektrokola typu pedelec pro rekreační sportování, s pevným rámem a motorem uloženým ve středovém složení.

- Návrh bude využívat současných funkčních součástí, které se pro horská kola používají.
- Do návrhu bude použit elektrický pohon Shimano STEPS E8000, který je speciálně vyvinut pro horská kola
- Návrh prokáže funkčnost, ergonomičnost a realizovatelnost
- Výsledný tvar by měl potlačit výrazné tvarové prvky elektromotoru a jeho částí.

## 4. VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

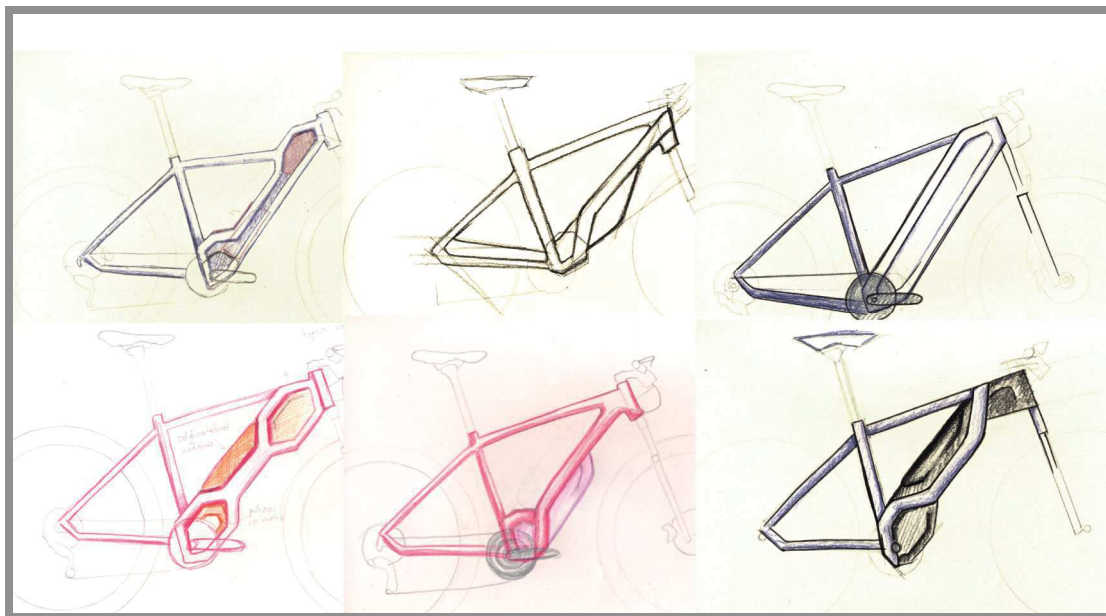
Při navrhování vlastního designu jsem se snažila najít nové tvarové řešení pro elektrokolo, které by respektovalo dosavadní funkční geometrii rámu a zároveň by jej odlišovalo od dosavadních modelů. Tvar rámu jsem přizpůsobovala uložení baterie a motoru.

Vzhledem k předem určenému umístění motoru do středového složení a baterie na nebo do rámové trubky, spodní část rámu zrobustněla. Proto bylo zapotřebí tvar opticky odlehčit a dodat mu dynamiku.

Při tvarování rámu jsem k problému přistupovala opačně než doposud většina návrhářů elektrokol. Místo upravování tvarů baterií tak, aby se daly dobře připnout na kolo, jsem hledala tvar rámu kola tak, aby respektoval tvar a umístění baterie.

Postup:

Hledání tvarů začínalo skicováním na šablonu ve tvaru klasického horského elektrokola. Snažila jsme se hledat nová umístění baterie a propojení jednotlivých křivek rámu tak, aby byly funkční. Jedna varianta se věnovala organickému zakulacení trubek rámu. Tento typ rámu se však často objevoval u návrhů jiných kol a nebyl natolik radikální a zajímavý, abych se mu poté věnovala více. Přednost dostaly návrhy spíše kubistického tvarování.



Obr.: 4-1 Skici

Rozbor tří vybraných variant:

Varianty jsou navrženy s ohledem na umístění baterie a motoru firmy Shimano. Tyto prvky jsou zobrazeny také ve skicách, aby byly jasné jednotlivé funkce částí rámu.

---

#### 4.1. Varianta I



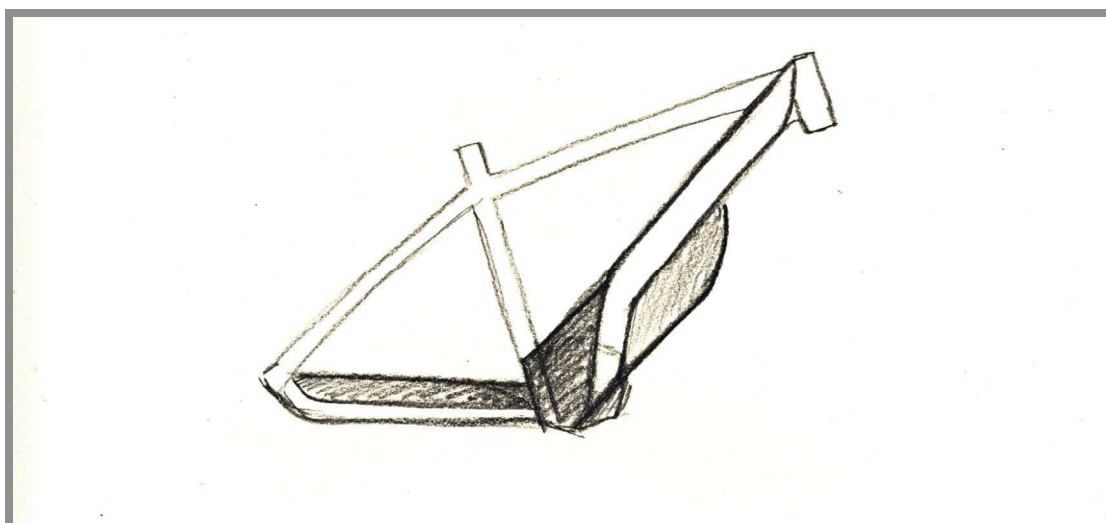
Obr.: 4-2První tvarová studie

V první variantě jsem navázala na modely elektrokol, které mají zesílenou spodní trubku rámu. Zesílení je způsobeno uložením integrované baterie v rámu. Tyto modely však působí těžkopádně. Proto zde bylo žádoucí odlehčení spodní robustní trubky. Vyřešila jsem jej zdvojením spodní trubky. Její ramena mohou být nyní tenčí a vzniklý prostor mezi nimi vytváří žádané odlehčení materiálu i prostor pro bezpečné uložení motoru a baterie. Zbytek rámu je z důvodu zachování jednoduchosti, je nezměněn. Celý rám má působit jednoduše a čistě.



## 4.2. Varianta II

4,2



Obr.: 4-3a) b) Druhá tvarová studie

Druhá varianta využívá odlišného uložení baterie, než jsme byli doposud zvyklí vidat. Místo uložení baterie na vrchní části spodní trubky rámu, je baterie zavěšena ze spodu trubky. Tomu musel být přizpůsoben i základní tvar trubky, který je zalomený na dvou místech tak, aby křivka pouzdra baterie plynule navazovala na spodní křivku rámu. Motor je umístěn z druhé části spodní trubky. Tudíž vyvažuje hmotu baterie. Tato varianta umožňuje dynamické tvarování, které je v dnešní době tolik důležité pro atraktivitu kola.

### 4.3. Varianta III



Obr.: 4-4 Třetí tvarová studie

Třetí varianta využívá umístění baterie a motoru ve vzájemné blízkosti. Elektrokomponenty dostaly jednoduché opláštění ve tvaru obdélníku s přední zkosenou stěnou. Tento tvar se opakuje také v horní části rámu u představce. Nezakrývá však motor s baterií, ale schránku na drobnosti, kam si uživatel může umístit např. sadu na opravu duše. Zkosený tvar obdélníku dodává dynamiku tvaru a opakování tvaru vytváří harmonii a stabilitu.



## 5. TVAROVÉ ŘEŠENÍ

5

Tvar rámu finální varianty vychází nejvíce z druhé varianty. Z této varianty je zde zachováno umístění baterie pod spodní rámovou trubkou. Její dílčí tvary byly upraveny v souladu s technickými, ergonomickými a tvarovými požadavky.

### 5.1. Tvar rámu

5,1

Základní geometrie rámu zůstala neměnná, aby byly zachovány pevnostní požadavky při jízdě v náročném terénu. Spodní trubka rámu v sobě ukrývá baterii, z toho důvodu je její profil rozšířen, tudíž upoutává na sebe pozornost. Profil ostatních trubek je proto zjednodušen do kruhového, či elipsovitého průřezu.

#### 5.1.1. Hlavní trojúhelník

5,1,1

##### Horní trubka

Elipsovitý průřez horní rámové trubky tvarově navazuje na spodní rámovou trubku, její horní část se skládá také z části z elipsovitého průřezu. Kvůli návaznosti se hlavová trubka postupně od přední části k zadní, k sedlové trubce, zužuje. Tuto změna jde rozpoznat pouze při pohledu shora. Průřez hlavové a sedlové trubky je kvůli konstrukci a návaznosti na další funkční části kola kruhový.



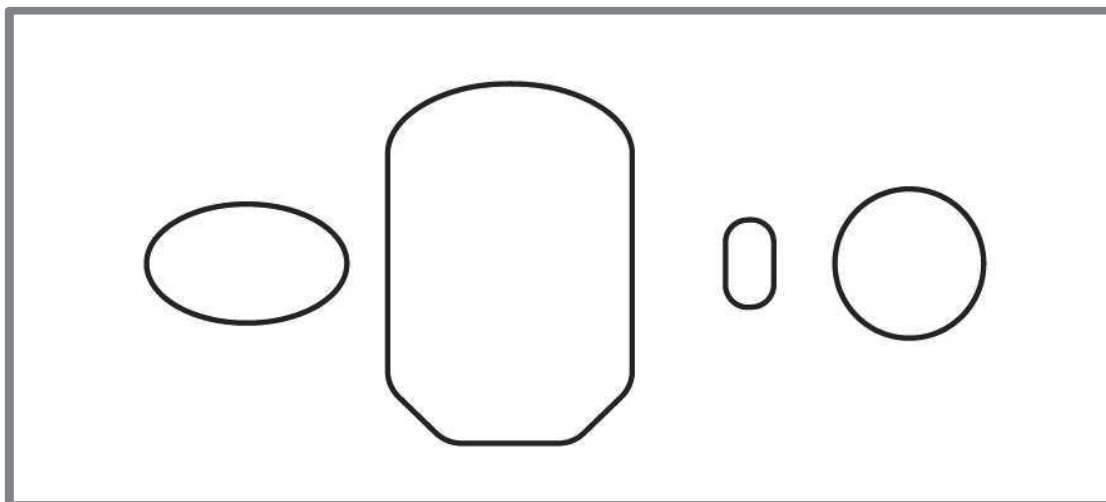
Obr.: 5-1 Pohled na rám shora

##### Uložení motoru a baterie

Co se týče tvaru motoru a jeho uchycení, návrh počítá s konvenčně používaným typem motoru od firmy SHIMANO. Motor obepíná trubka s ohledem na upevnění tohoto motoru pomocí otvorů na šrouby.

Upevnění motoru ve třech osách zajišťuje jeho nehybnost při chodu motoru. Lisovaný tvar rámu těsně obepíná motor po celém jeho obvodu. V místě uchycení k

rámu je průřez rámu zesílen. Plynule na tvar motoru navazuje rámová trubka, která v sobě skrývá baterii. Vrchní část průřezu spodní rámové trubky tvoří polovina elipsy. Ta plynule přechází v hranatý průřez tvaru poloviny šestiúhelníku.



Obr.: 5-2 Průřezy trubek rámu. Zleva: horní trubka hlavního trojúhelníku, spodní trubka hlavního trojúhelníku, vzpěry zadního trojúhelníku, sedlová trubka

V přední části rámu kola navazuje tangentně spodní trubka na hlavovou trubku, její průřez je čistě kruhový. Tvar spodní trubky je v pohledu z profilu ve spodních částech na dvou místech zaoblený. Tento tvar si trubka vyžádala nejen kvůli estetice, ale také kvůli funkčním a pevnostním vlastnostem rámu. (Dostatek místa mezi předním kolem a rámem, zesílení spoje horní a spodní trubky.)



Obr.: 5-3 Pohled na rám z profilu

Oproti ostatním tvarům běžných kol je spodní trubka zesílena (průřez je širší než obvykle), protože se do ní musí vejít motor i baterie. Ty mají ve svém nejširším místě rozměr okolo 10 cm.

Baterie je umístěna do rámu tak, aby z něj nevystupovala. Esteticky tam zapadá. Po vyjmutí je vidět, že její tvar tvoří hranol, jenž se dá položit na jakoukoliv hranu a pohodlně dobít v interiéru domova. Dvě hrany jsou mírně zaobleny, proto vzniklý prázdný prostor po baterii pak nepůsobí tak nepatřičně a agresivně.

#### **5.1.2. Zadní trojúhelník**

5,1,2

Tvar zadního trojúhelníku se odvíjí především od potřeb pevnosti rámu. Zvláště spodní řetězové vzpěry by měly být zesílené, masivní, protože se tam přenáší veškerá energie. Naopak horní sedlové vzpěry by měly být subtilní, aby umožnily průhyb a vertikální poddajnost. Zadní vzpěra tak může lehce pružit, což výrazně zvyšuje komfort jízdy. Návaznost těchto vzpěr na hlavní trojúhelník je co nejplynulejší. Tím bylo docíleno jednotného, čistého vzhledu kola s opakujícími se křivkami. Průřez zadních trubek je volen zvláště s ohledem na návaznost a plynulost. Průřezem je tudíž elipsa, která je na svých dvou horizontálně protilehlých vrcholech zploštělá do rovné stěny. Tvar těchto trubek není rovný, jak tomu je u ostatních trubek rámu. Je to způsobeno umístěním zadního kola, kolem kterého se trubky obepínají. Proto musí být na svém začátku (kde vybíhají ze středového složení) vyhnutá a poté se zase

vrací do původní rovné trajektorie. V některých případech si tento zadní trojúhelník navíc žádá zpevnění v podobě příčných horizontálních trubek. Čím je zadní trojúhelník kratší, menší, tím je kolo lépe ovladatelné.

Kromě výše popsaných tvarů musí rám kola obsahovat také čistě funkční technologické prvky, jako jsou otvory pro uchycení kol, brzd, atd..



Obr.: 5-4 Zadní stavba



Obr.: 5-5 Detaily

## 6. KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6

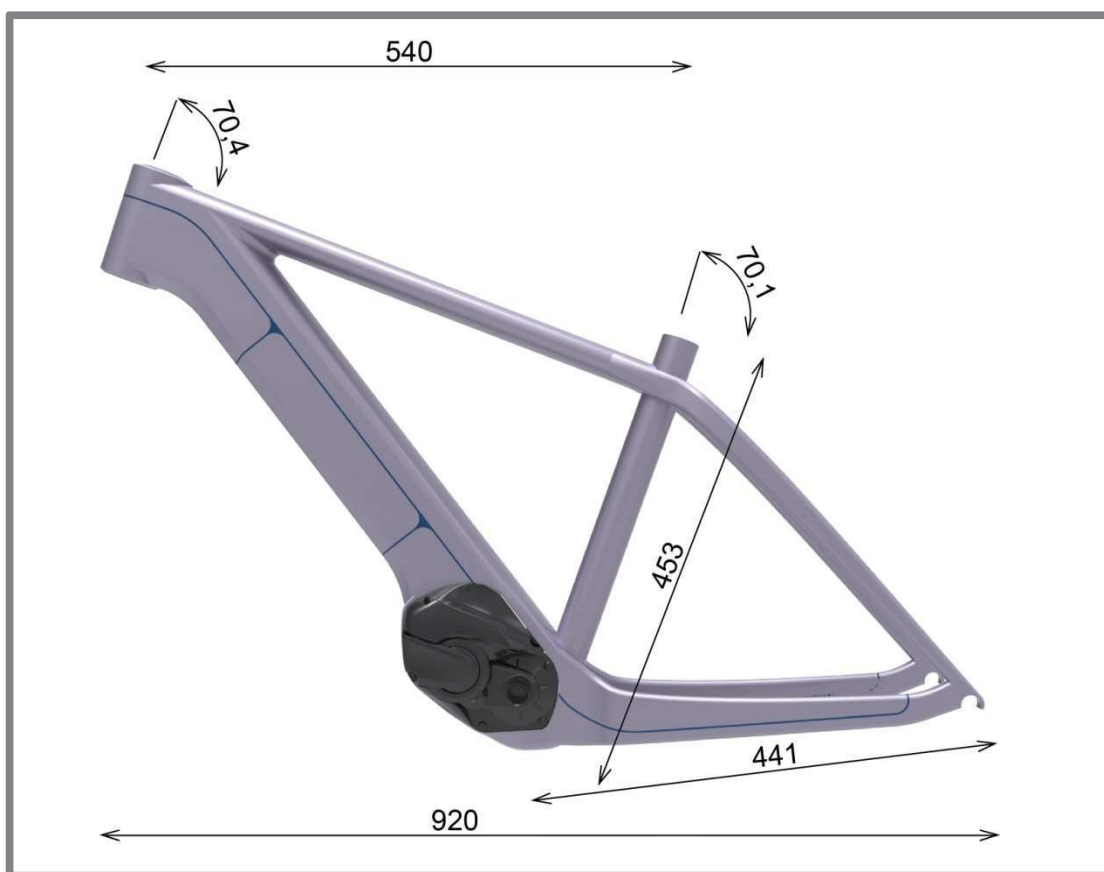
### 6.1. Konstrukčně technologické řešení

6,1

#### 6.1.1. Geometrie rámu

6,1,1

Správná, funkční geometrie rámu, tedy uspořádání a návaznost trubek v rámu, je v posledním desetiletí téměř neměnná. I když se najdou kola, která vyčnívají z řady a jejich rám je např. o nějakou trubku ochuzen, stále má většina rámu kol základní geometrii uspořádanou do kosodélníku. Stejně tak je tomu i u elektrokol. V podstatě jde o to, aby se síly, působící na rám, rozkládaly rovnoměrně do všech stran a nikde nevznikalo příliš velké napětí, které by mohlo způsobit, v kombinaci s nárazy, zlomení trubky rámu. Proto je jeví jako nejvhodnější konstrukce v trojúhelnících.



Obr.: 6-1 Geometrie rámu s rozměry

#### 6.1.2. Pevnost rámu

6,1,2

Místa nejnáchylnějšími vůči zlomu jsou na rámu kola místa v bodech svaru. Největší zatížení je však okolo středového složení, protože zde působí největší síla od zatížení gravitační síly jezdce. Dalším místem jsou spodní řetězové vzpěry, proto bývají velmi často zesíleny. Nežádoucí je v tomto případě jejich průhyb, kvůli nesení

pohyblivého řetězu, který je na nich umístěn. Pro správný pohyb a funkčnost řetězu je tedy vhodné, aby byl nesen nepohyblivými vzpěrami.

---

### 6.1.3. Motor



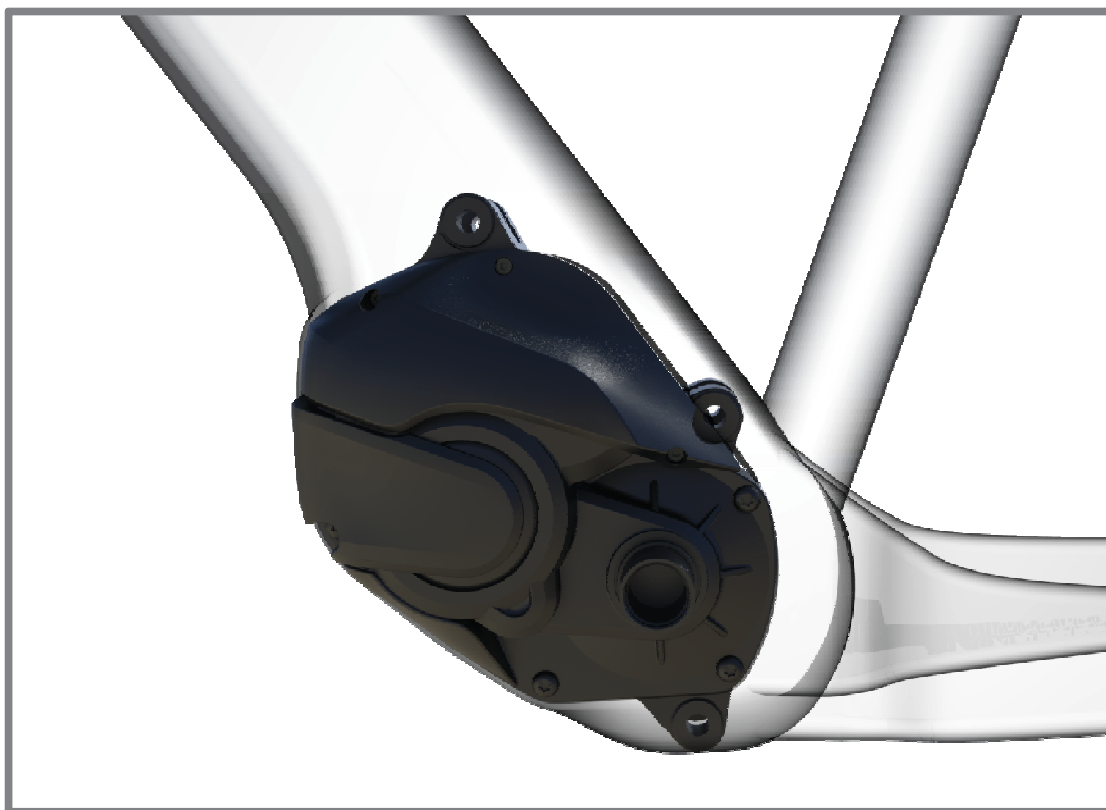
Obr.: 6-2 Pohonná jednotka SHIMANO Steps E 8000 [24]

Motor je uložen ve středovém složení kola. Přídavná energie motoru je přenášena z motoru přes řetěz do zadního náboje kola. Ve středovém složení se nachází pouze jeden převod, a to z důvodu obtížného přehazování řetězu, jenž je poháněn přídavným motorem. Krouticí moment motoru je 70Nm. SHIMANO Steps nabízí 3 podpůrné módy pro různé typy jízdy. Boost, trail a eco. Všechny podpůrné módy asistují při jízdě maximálně do rychlosti 25 km/h. [34]

Správné uchycení motoru je důležité zejména pro to, že sám motor vydává energii, kterou přenáší nejen do kol, ale částečně i do svého okolí, tzn. do rámu kola a nohou jezdce. Motor je tudíž upevněn ve třech osách, aby jeho pohyb a ztrátová energie motoru byla co nejmenší. Toto upevnění zajišťují tři úchyty, které jsou schované pod pláštěm rámu. Každý úchyt je pomocí šroubu upevněn na jednu ze tří trubek, které se



střetávají ve středovém složení kola. Je tím docíleno optimálního uchycení motoru pro efektivní přenos energie.



Obr.: 6-3 Náhled úchytů motoru



Obr.: 6-4 Nové rozmístění otvorů pro efektivnější uchycení motoru [33]

#### 6.1.4. Baterie

6,1,4

Baterie je integrována do rámu, je však odnímatelná, aby se dala pohodlněji nabíjet. V rámu je uchycena pomocí pojistných západek a bezpečnostního zámku na klíč.

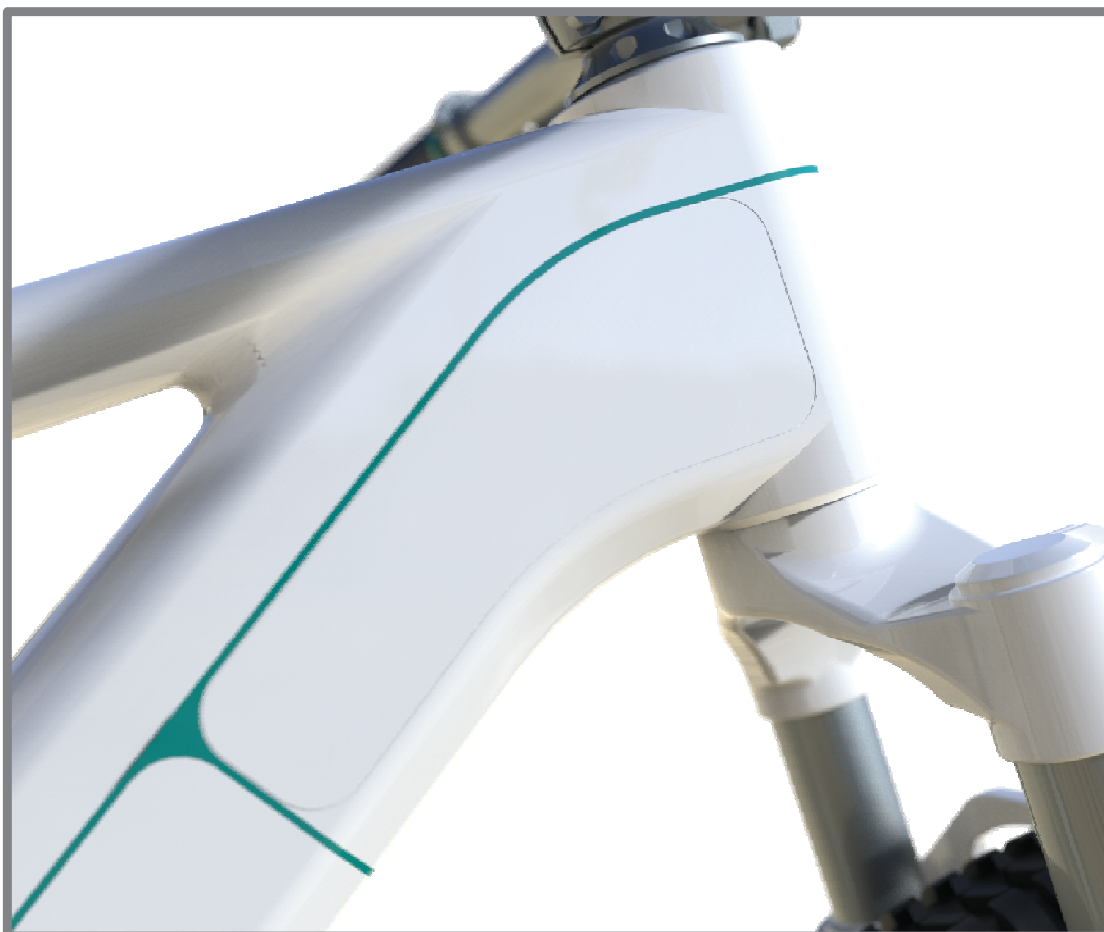


Baterie je typu Li-Ion (má kapacitu 504Wh, 14Ah, 36V). Dojezd kola s touto baterií závisí na profilu trasy, výběru módu a váze jezdce. Při nejúspěšnějším režimu jízdy a při váze jezdce 50 kg ujezdí kolo na jedno nabití až 126 km po rovině. Do úplného nabití se nabíjí 5 hodin, do 80% stačí 2 hodiny. Baterie vydrží až 1 000 nabíjecích cyklů. [34]

---

#### 6.1.5. Přístup do schránky

Schránka je umístěna ve přední části rámu. přístup do ní je možný z pravého boku. Otevírání je jednoduché, stačí zatlačit na víko, které se pomocí pružinky otevře a odklopí. Stejným způsobem se i zavírá. Víko schránky není na první pohled příliš viditelné, je tomu tak z bezpečnostních důvodů a prevenci vůči krádežím jejího obsahu.



Obr.: 6-5 Nenápadná dvířka schránky

---

#### 6.1.6. Návaznost na další prvky

Upínání kol: osa náboje se upne tzv. "rychloupínákem" do vertikální patky. To znamená, že osa otvoru pro uchycení osy náboje je kolmá k zemi. Toto uchycení fixuje zadní kolo v přesně dané pozici vůči středové trubce. U sportovnějších kol

může být voleno pevné upevnění pomocí matky. O napínání řetězu se stará ramínko přehazovačky, které je možno nastavit podle potřeby na požadované napnutí.

Průměr kol je volen 27,5". Je to kompromis mezi dosud nejčastěji používanými 26 palcovými koly a 29 palcovými koly, jenž jsou hůře ovladatelná, ale jejichž široký průměr snáze překonává překážky a lépe tlumí nárazy.

Šlapátka SHIMANO jsou kompatibilní s pohonnou jednotkou SHIMANO Steps8000, uživatel si ale může zvolit jakákoliv jiná kompatibilní šlapátka.

Převodovka, umístěná na zadním náboji kola, disponuje 10 převodovými stupni. Samotné řazení je pak zprostředkováno řadící páčkou na řídítkách, ta ovládá převodovku. Tahem lanka dochází k ovládání mechanismu zodpovědného za správné přerazení.

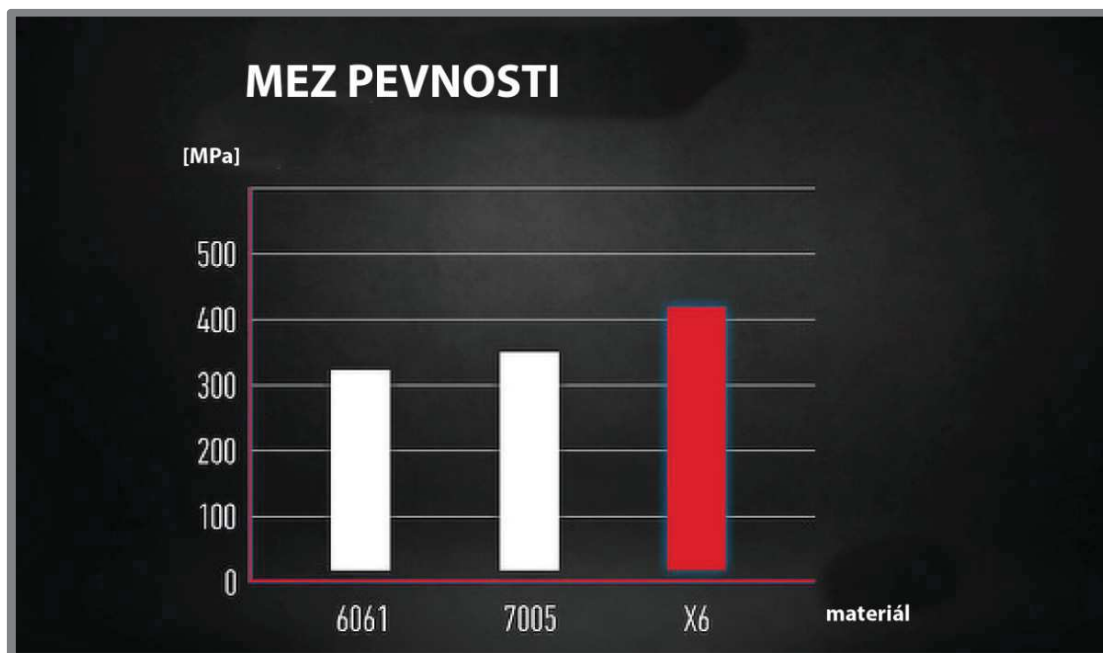
Hlavové složení obsahuje ložiska s kosoúhlým stykem. Vnitřní spodní průměr, jenž navazuje na odpruženou vidlici, měří 55,95 mm, což je obvyklých 2,2". Vnitřní horní průměr, jenž navazuje na představec, měří 44 mm. Přední odpružená vidlice je volena se zdvihem 100 mm pro 27,5" kola. V základní výbavě by měla být nabízena vzduchová vidlice od firmy Rock Shox.

### 6.1.7. Materiál

6,1,7

---

Při výběru materiálu pro horské elektrokolo se jeví jako vhodné dva materiály, které jsou běžně používané. Prvním materiálem je kompozit z uhlíkových vláken (karbon), z něhož lze vyrobit nejrůznější tvary a jehož další výhodou je relativně nízká hmotnost. Druhým, levnějším materiálem je dural, čili slitina hliníku, do které je přidán hořčík (Mg). Hliníková slitina je levnější než uhlíkové kompozity, které jsou velmi často používané u podobných kol zejména kvůli nízké hmotnosti, ale také kvůli tvarovacím vlastnostem. V současné době lze však velmi dobře tvarovat i uhlíkové kompozity, zvláště díky hydromorfingu. Technologie jdou však stále kupředu a vyvíjí se slitiny hliníku, které bývají čím dál tím lehčí, pevnější a odolnější. Jako materiálem pro výrobu rámu je tedy zvolena slitina hliníku - dural. Slitina označovaná jako ALU X6 Ultralite, vyvinutá a pojmenovaná firmou BFI pro závodní horská kola Superior. Její vlastnosti: Prémiová slitina Alu X6 Ultralite, disponuje o 35% vyšší pevností při 10% úspoře hmotnosti oproti standardně používané slitině 6061. Mez pevnosti toho materiálu je tedy 410 MPa. Trubky jsou pomocí hydroformingu (tvarování kovů pomocí vysokého tlaku vody) přesně dotvarované.



Obr.: 6-6Mez pevnosti slitin hliníku [34]

## 6.2. Ergonomické řešení

Pro komfortní využívání kola je velmi důležité dodržet řadu ergonomických požadavků. Ty se liší podle druhu kola. Jiné požadavky budou u kol silničních, horských, městských, nebo třeba dětských. Je třeba také vzít v úvahu pohlaví uživatele, protože ženy mají jiný poměr délek končetin a trupu než muži.

### 6.2.1. Ergonomie posedu jezdce za jízdy

Nejdůležitějším ergonomickým požadavkem je správná vzdálenost mezi sedlem a šlapátky, respektive středovým složením kola. Tuto vzdálenost lze upravit nastavitelnou výškou sedadla. U horského kola by měla být noha patou na šlapátku při poloze šlapátka dole propnutá. Při jízdě je však na šlapátku umístěna přední část chodidla. Kratší vzdálenost může způsobit přetížení některých svalových skupin nohou. Delší vzdálenost může způsobit naklánění jezdce do stran a tím způsobit i vážnější zdravotní problémy.

Další nastavitelný bod na kole by měla být řídítka. Vzdálenost řídítek od sedla lze zvolit správným výběrem velikosti rámu. Většina rámců kol se vyrábí v několika velikostech, obvykle označených S, M, L. Hlavním parametrem je délka horní trubky rámu. Tato vzdálenost ovlivňuje i specifikaci jízdy, která může být uvolněná a vzpřímenější pro rekreační jízdu, či skloněná a nataženější pro závodníky. Posed na horském kole pro rekreační sportování by měl být kompromisem mezi těmito dvěma extrémy. Při vzpřímeném posedu je jezdec uvolněnější a vydrží déle v sedle, ale kolo se stává méně ovladatelným a pomalejším.



Obr.: 6-7 Ergon v sedle v ideální pozici + úhly

Když ale správná velikost rámu ani nastavení výšky sedla nestačí, dá se posed upravit zvolením správného modelu řídítek a představce, ta se vyrábí v různých výškách a sklonech.

Existují různé modifikované sedlovky se středem upínání sedla posunutým směrem dozadu, což umožňuje další specifické nastavení posedu jezdce.

Samotné sedlo je také nastavitelné. Dá se nastavit jak poloha sedla vůči středu upínání na sedlovku (to je cca 5 cm dopředu, či dozadu) tak i sklon sedla. Ten však většině jezdcům vyhovuje ve vodorovné poloze. Lišit se může také tvar a tuhost materiálu sedla. Obecně lidé s ohebnější páteří by měli volit sedlo užší a tvrdší, naopak lidé s méně ohebnou páteří by měli volit sedlo širší a více polstrované.

#### **6.2.2. Komfort jízdy - odpružení**

6,2,2

Při jízdě na horském kole v terénu je pro uživatele důležité pohodlí a schopnost kola plynule překonávat různé překážky. Toho lze docílit různým odpružením. Základní, i když nepatrné, odpružení poskytuje materiál rámu. Každý materiál má různé vlastnosti. Uhlíková vlákna pruží lépe než hliníkové slitiny, ze kterých je rám elektrokola vyroben. Také platí, že čím je trubka rámu užší, tím je pružnější, ale

méně pevná a naopak. Proto jsou také např. vrchní trubky zadního trojúhelníku rámu zeslabené.

Dalším prvkem odpružení kola, které najdeme u všech kol, jsou pneumatiky. Obecně platí, že čím je plášť širší, tím lépe pohlcuje vibrace. Proto je na horském elektrokole použit plášť s šířkou 2,1". Nejvíce otřesů však na návrhu horského elektrokola pohlcuje odpružená přední vidlice. Pro tento návrh bylo zvažováno i použití odpružení rámu, neboli zadní stavby. Těmto kolům se říká kola celoodpružená kola a používají se zejména pro závodní cyklisty a do velmi těžkého terénu, jako jsou sjezdy. Naše cílová skupina však není na takové úrovni, a tak se musí spokojit pouze s přední odpruženou vidlicí a s rámem z duralu. Zato to bude mít levnější.

Pohodlnou jízdu také ovlivňuje výplet kol. Pro obyčejná horská kola se používají axiální drátové výplety kol, které oproti těm oproti těm radiálním mírně pruží. Čím dál častěji se také setkáváme s loukoťovými koly, které mají velmi podobné vlastnosti, jako ty radiální. To znamená téměř žádné pružení. Jsou také na výrobu o dost dražší, než ta vyplétaná dráty. Jejich výhodou je to, že mají lepší aerodynamické vlastnosti, tudíž jsou vhodná na silniční nebo dráhovou cyklistiku. Proto je i u návrhu horského elektrokola použito běžné axiálně vyplétané kolo.

Při jízdě na horském kole musí jezdec sledovat hlavně cestu před sebou, aby se mohl včas vyhnout překážkám v terénu. Proto nemůže být jezdec úplně skloněný, aby viděl dostatečně dopředu.

### **Dosah na ovládání motoru**

Ovládání motoru dodává výrobce SHIMANO spolu s motorem. Je určeno k umístění na řídítka hned vedle řadicích páček, takže jezdec nemusí sundávat ruku z řidítek při zapínání, vypínání, či přehazování módu motoru.



Obr.: 6-8 Ovládání módu jízdy pro upevnění na řídítka [24]

### 6.2.3. Vyjímání a nabíjení baterie

6,2,3

Pro vyjmutí baterie musí uživatel odemknout klíčkem zámek připevňující baterii k rámu kola. Je to pojištění proti krádeži, protože právě baterie bývá obvykle to nejdražší vybavení na elektrokolech. Zámek není umístěn zespodu, ale na bok baterie, aby byl k němu co nejlepší přístup. Po odemčení zámku už stačí jen opatrně vysunout baterii z rámu a přemístit ji ke zdroji energie a nabít ji zvlášť, zatímco kolo může zůstat venku, v garáži, či ve sklepě. I když je baterie zčásti integrována do rámu (Jen z části, protože její schránka je z plastu a rám ji neobklopuje celou), je vyjímatelná, což velmi zpohodlňuje život uživatele. Kolo se zcela integrovanou baterií se musí přistavit ke zdroji energie celé, což bývá v některých domech obtížné. Zásuvky s elektřinou se totiž málokdy vyskytují na takových místech, jako je sklep, garáž, či exteriér domu.





Obr.: 6-9 Názorné vyjmutí baterie



## 7. BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

---

**7**

### 7.1. Barevné provedení rámu

---

7,1

Výběr té správné barevné kombinace je důležitý zejména z psychologie uživatele. Tmavé a výraznější barvy působí dravě. Jezdec si takovéto barevné kombinace vybírá v případě, že jeho jízda na kole je živá a akční a touží po pocitu z rychlé jízdy. Naopak světlé a tlumené (např. pastelové) barvy spíše uklidňují. Tyto kombinace si jezdec vybírá, chce-li si spíše užít čirý požitek z jízdy jako takové, kochat se přírodou při rodinném výletě, nebo jen vyjet na rekreační projížďku. Přidáním zelné barvy do barevného návrhu by mohlo znamenat pro jezdce, že chce vyjádřit svého ekologického ducha a souznění s přírodou. Čistě bílá barva nebývá praktická z toho důvodu, že když se kolo výrazně zašpiní od bláta a bahna, je ta špína na kole velmi rozeznatelná. Cyklisti se však nemusí stydět za to, že projeli kaluží, protože to, že se nebojí náročného promáčeného terénu, je šlechtí.

Při kombinaci určitých barev by mohl vzniknout návrh, který by svojí barevností silně připomínal produkty cizích značek. Na příklad kombinace bílé a zelené připomíná elektrokola a jiné výrobky od firmy Škoda. Naopak čistě černá varianta s pár červenými detaily, je typická pro firmu Superior. Tato kombinace je tudíž žádoucí. Firma BFI, pro kterou je tento návrh elektrokola teoreticky navrhován, by jej vyráběla právě pod zmíněnou značkou Superior.

Rám, jenž nese baterii a elektromotor, je mohutnější než rámy běžných kol. Hlavní barvou je bílá, nebo světle šedá, či béžová, jenž je neutrální barva, která má za úkol odlehčit mohutnější plochu. Prvky s výraznou barvou, jež upoutávají pozornost, jsou spáry baterie, které přechází v barevný prvek i mimo svoji funkční oblast. Nejedná se o velkou plošnou oblast, nýbrž jen o proužky o šířce 6 mm. Předpoklad, že cílová skupina si bude spíše chtít užít výlet s kamarády, rozhodl o výběru již zmíněné základní barvy. Ve variantách je pak barva výrazného pruhu nahrazena různými varianty, podle osobnosti jezdce. Může se i stát, že by nakupující měl výhrady ke světlé variantě. V tomto případě může sáhnout po tmavé variantě, která je transformací klasického designu moderního Superioru. Jedná se o černý rám s červenými prvky a tmavě šedým, matným logem.



Obr.: 7-1 Barevné varianty

---

## 7.2. Barevné řešení ostatních součástí kola

Ostatní funkční části kola, jež nejsou součástí mého návrhu, by měly barevně doplňovat rám. Firma BFI si sestavuje kola kompletně a je schopna části kola lakovat nebo jinak barevně upravovat. V takovém případě by bylo nejvhodnější zvolit barvu přední vidlice, sedla, řídítek a jiných součástí stejnou, jakou má základní barva rámu. V jiném případě, kdy si chce uživatel přidat na kolo vlastní komponenty, je vhodné, aby si vybral z nabídky výrobce barvu nejpodobnější barvě základní. Jiná barevná varianta je taková, že jsou všechny, nebo jen část, součástí laděna do doplňkové barvy rámu, tedy té výrazné.

Barva elektrického pohonu má svoji skříň už od výrobce, firmy SHIMANO, jež ji vyrábí jen v jedné barevné kombinaci, v černé. Tady nastává otázka, jestli je možné přelakovat tuto skříň, nebo zadat dodavateli, aby ji vyrábělo v jiné barvě. Zvlášť oblast středového složení se umazává nejen od prachu a bláta, protože je velmi blízko zemi, ale také od maziva, jež zajišťuje plynulý chod klik a řetězu. Proto by bylo nepraktické lakovat skříň motoru na jinou než černou barvu.

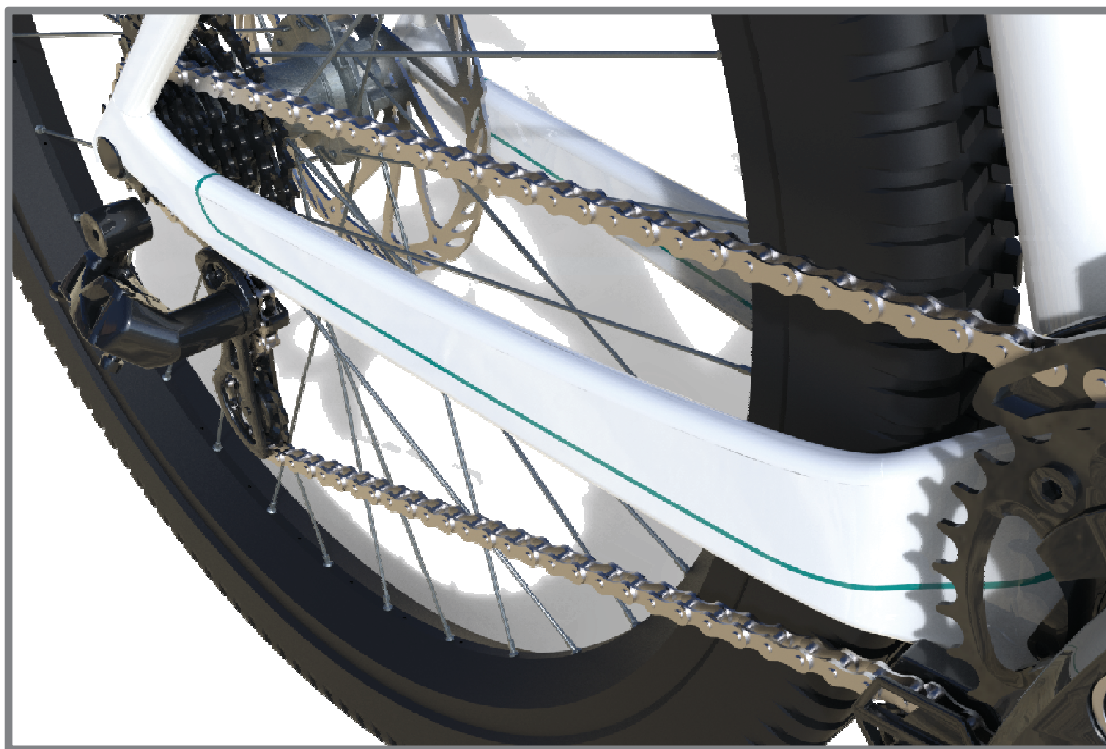
---

## 7.3. Grafické řešení

Grafika na rámech kol by měla reflektovat i jiné přednosti než jen um grafika. Správné umístění barevných ploch může změnit vizuál rámu. Je-li tvar trubek

přizpůsoben nějakému funkčnímu prvku a vytváří nežádoucí tvar, či objem, lze jej částečně skrýt, či zvýraznit právě grafikou.

Tento způsob umísťování grafiky je použit i na tomto návrhu. Úzké barevné linie zvýrazňují ohraničení baterie, jenž je jediná vyjímatelná součást rámu. Tato linie pokračuje dále k hlavové trubce. Vzniká dlouhá rovná linka, která jakoby odděluje hlavní trojúhelník rámu, jenž je pevný, robustní a nese většinu rozložených sil, které působí na rám kola. Tato linie má za úkol i rozbít celistvost spodní trubky, ve které je ukryta baterie a motor. Protíná ji přesně ve zlatém řezu a vytváří tak dvě opticky tenčí části. Tato linie jakoby pokračuje skrz motor až na zadní trojúhelník rámu, na řetězové vzpěry. Tím se linie ještě prodlužuje a vytváří tak dynamický prvek kola, tzv. "rychlé pruhy". Vzhledem k tomu, že grafika je minimalistická, vzniká zde mnoho místa pro umístění loga výrobce a název modelu. Umístění této grafiky je nejvhodnější na boku hlavní rámové trubky, či na boku baterie. Avšak téměř ve stejné barvě, jako je základní barva rámu. Možná jen lehounce světlejší, či tmavší. Viditelný rozdíl vůči zbytku rámu bude znatelný, tato loga budou totiž matná.



Obr.: 7-2 Grafické ztvárnění na řetězové vzpěře

## 8. DISKUZE

S návrhem elektrokola pro sportovní užití je spojena řada dalších kritérií, které mohou velkou měrou ovlivňovat pozici produktu na trhu a jeho vnímání (přijetí) společností. Proto je na produkt důležité nahlížet z více úhlů, aby jej bylo možno komplexně ohodnotit.

Elektrokolo je něco mezi sportovní pomůckou a dopravním prostředkem. Proto se mnoho lidí může domnívat, že pozice elektrokola ve společnosti je jako podvod při výkonu sportu. Nesmíme však zapomínat i na hendikepované sportovce, kteří nemohou naplno užívat běžného jízdního kola v maximální intenzitě zátěže.

### 8.1. Psychologická funkce

8,1

Ačkoliv si to mnoho lidí neuvědomuje, vnímání lidí elektrokola se velmi liší od vnímání obyčejného jízdního kola. To je ovlivněno především vzhledem, protože je na první pohled elektrokolo od obyčejného kola rozeznatelné. Proto je návrh horského elektrokola koncipován tak, aby motor i baterie do rámu kola zapadaly a tudíž by nekřičely do svého okolí, že si jeho majitel dopomáhá přídavným pohonem. Ač jsou horská kola čím dál tím rozšířenější, stále se může v jejich majitelích objevit stud za to, že nejsou schopni se vyrovnat vrcholovým sportovcům. Cílem však nebylo navrhnout věc, co by vypadala, jako něco jiného. Proto jsou motor i baterie přiznané a oddělné od zbytku kola graficky, či fyzicky. Návrh spíše využívá křivek motoru, jenž jsou aplikované na ostatní části rámu. Jednotný vizuální styl tedy upoutává pozornost potenciálních kupujících, protože právě čistý a vkusný design toto elektrokolo odlišuje od konkurence. Právě díky normovaným rozměrům, které byly použity na části rámu, jenž se spojují s ostatními součásti kol, není zákazník pevně vázán a jednu kombinaci kola. Podle sebe si může zvolit druh odpružené vidlice, šířku pneumatik, či vlastní sedlo a řídítka. Tím se návrh přibližuje cyklistům, kteří se vyžívají v sestavování vlastního kola.

### 8.2. Ekonomická studie

8,2

V následující analýze je popsána firma BFI International, která se mimo jiné zabývá také výrobou a montáží elektrokol pro své zákazníky, kterými jsou Superior, RockMachine a Frappé. Marketingová studie je pak zaměřena na budoucí výrobek, horské elektrokolo s novým designem.

#### 8.2.1. Podnikatelská strategie

8,2,1

##### Stručná analýza a hodnocení zdrojů podniku

Firma BFI investuje do vlastních forem na karbonové rámy a vyvíjí vlastní celoodpružené rámy. To vše provádí v areálu Tatry v Kopřivnici, kde má zázemí pro výrobu i výzkum. Vlastní plně automatizovanou lakovnu, kde provádí lakování na robotech od francouzské firmy Sames. Laky jim dodává firma PPG a barvy firma Würwag. Také vyplétání kol provádí na robotech a investuje mnoho peněz do

nových technologií. Tyto roboty obsluhuje 22 zaměstnanců. Na třech montážních linkách, kde sestavují komponenty dohromady, pracuje celkem 33 zaměstnanců. Na každé lince dohlíží mistr výroby a výstup kontroluje technik kontroly kvality. Firma také nově vlastní velký sklad. Navázala úzkou spolupráci s agenturou CzechTrade, která jim pomáhá otevírat nové trhy, zejména v zahraničí. [10] Celkový počet pracovníků se pohybuje okolo 400 lidí. V současné době hledá nové zaměstnance na post montážního dělníka, lakýrníka, skladníka a manipulačního dělníka.

Kapitál firmy od roku 2012 stále roste, dříve spíše stagnoval. Poslední trend je něco mezi 5-10 % ročně. [15]

### **Popis současného sortimentu výrobků**

V současné době firma BFI vyrábí všechny typy jízdních kol. Městská, silniční, trekkingová, krosová, dětská, i stále populárnější elektrokola. Výrobní sortiment zahrnuje i karbonová a celoodpružená kola vyšší třídy. [11]

### **Stručný popis ekonomické a finanční situace podniku**

Roční obrát firmy BFI z roku 2015 tvoří 1,3 mld. Kč. Za první polovinu dalšího fiskálního roku navýšili meziročně obrát přibližně o 25%. V roce 2015 vyrobila 192 450 kusů kol. Průměrná cena vyrobeného kola roste. Dnes je to 297 €, což je přibližně 8 000 Kč. Cena trekkingových a horských elektrokol je něco málo pod 60 000 Kč. Investice do vývoje nové řady elektrokol jsou dlouhodobé a každoročně činí několik desítek milionů korun. [10]

### **Hodnocení silných a slabých stránek**

Mezi silné stránky můžeme řadit důraz na inovace, technologie ataké na kvalitu a vstupní a výstupní kontrolu kvality. Dlouhodobou spolupráci se zákazníky a klienty. Výhodou je také vlastní značka kol Superior, Rock Machine, Frappé. [11]

Mezi slabé stránky je zařazena omezená spolupráce, firma spolupracuje jen s některými výrobci. Např. elektrokomponenty odebírají jen od firmy Shimano. Na trhu s elektrokoly není moc na výběr, většinu trhu ovládly firmy Shimano a Bosh. Další slabá stránka je vlastnictví firmy holandskými investory. Ke slabým stránkám lze řadit i design elektrokol, který není ničím výjimečný.

### **Stanovení cíle a formulování strategie**

Cíl firmy BFI je i nadále zvyšovat produkci a zvýšit roční obrát na 1,5 mld. Kč. Pro sezonu 2016 plánuje firma vyrobit 230 000 kol. Z toho by mělo být 10 000 elektrokol, což je v ročním finančním obrátu firmy zhruba 15-20%. [10] Firma nadále plánuje investovat do technologií a vývoje, hodlá se zaměřit na stávající trendy, jako jsou horská a elektro kola. Snaží se také dál expandovat do zahraničí.



---

### 8.2.2. Analýza tržních příležitostí

#### **Konkurenční faktory**

Tato kapitola se zabývá horskými elektrokoly firem Author, Canondale, a Giant. Tato kola jsou stejné cenové i kvaliatativní kategorie jako kola vyráběné firmou BFI.

Elektrokolo od firmy Author je téměř kopií kol těch od firmy BFI. Používá podobné komponenty, stejný elektromotor i baterii, materiál rámu je však jiný. Použití duralu (hliníková slitina) pro rám se projevilo i na ceně, uvedené na e-shopu výrobce, 67 990 Kč. Je to přibližně o 10 000 více než u konkurentů, kteří používají pro rámy levnější slitiny. Dá se předpokládat, že tato cena odráží cenu použitého materiálu, tedy duralu. [17]

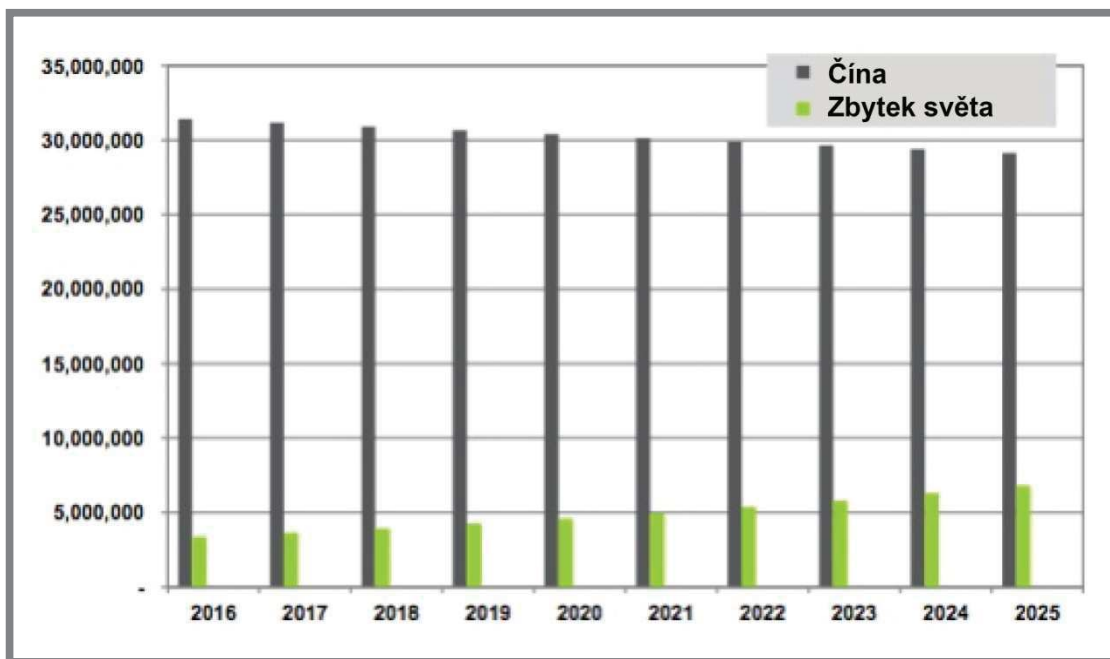
Americký výrobce horský kol Canondale má ve své nabídce elektrokolo stejného typu jako Superior. Liší se zejména elektromotorem, který jim dodává firma Bosh, namísto firmy Shimano. Stejně tak je to u akumulátoru. Rám kola je vyroben, obdobně jako kolo Superioir a Rock Machine, z hliníku. Jeho cena je však podstatně vyšší než u ostatních firem. V českém e-shopu toto kolo Canondale nabízí za 119 999 Kč, což je přibližně dvojnásobná cena, než kterou byste zaplatili za kolo stejné úrovně od jiné firmy. Navíc design tohoto elektrokola není ničím výjimečný. Je i méně povedený než u kola firmy Superior a Rock Machine. Zdá se, že zákazník zaplatí těch 60 000 Kč navíc za značku. [16]

Giant nabízí ve svém katalogu více typů elektrol této kategorie. Zákazník si může vybrat ze dvou řad, přičemž druhá řada má baterii částečně integrovanou do rámu a tím pádem i přívětivější design. Nabízí také různě výkonné motory od firmy YAMAHA s vlastní pohonnou jednotkou. [18]

Z analýzy vyplynulo, že elektrokola určité kategorie se napříč firmami od sebe nijak zvlášť neliší. Existují však výjimky, které ve své nabídce nabízí kola z lepšího materiálu či s kvalitnějším designem. Oba tyto faktory se pak odráží na ceně.

#### **Analýza a prognóza poptávky**

Elektrokola na trhu zabírají nyní 10% ze všech prodaných kol. [10] Je to přibližně 35 milionů kusů. [12] Poptávka po elektrokolech v Evropě stále stoupá. Zajímavostí je, že v Asii už atraktivita elektrol dosáhla svého vrcholu a nyní již pomalu klesá.



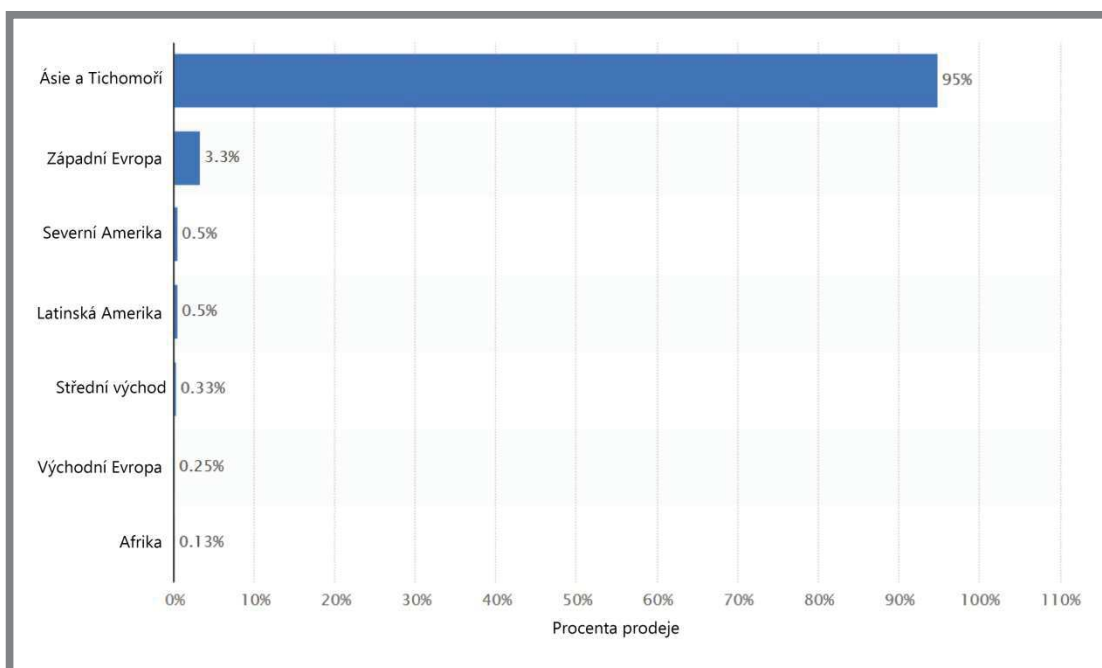
Obr.: 8-1 Předpokládaný vývoj prodeje elektrokol [14]

### 8.2.3. Analýza a výběr cílových trhů

8,2,3

#### Segmentace trhu

Podle geografie se elektrokola nejvíce prodávají v Asii. Je to až neuvěřitelných 95 % z celkového počtu prodaných elektrokol. V západní Evropě je to 3,3 % a zbytek si dělí mezi sebe převážně Severní Amerika, Latinská Amerika, Střední Východ. Velmi malý podíl se prodá ve Východní Evropě a Africe. [13]



Obr.: 8-2 Procentuální podíl prodeje elektrokol podle geografie [13]



Trh je rozdělen podle chování kupujících na čtyři základní skupiny podle toho, k čemu zákazníci elektrokolo používají.

Nejpočetnější skupinou jsou lidé, kteří jezdí na elektrokole po městě například do práce nebo do školy. Jejich cílem je se dostat se na určité místo levně, rychle, ekologicky a ještě se u toho nezapotit. Městská elektrokola mohou sloužit pro stejně jak pro aktivní lidi tak pro lidi, kteří nemají významnější vztah ke sportu.

Další skupinou jsou nákladní kola, které používají zejména zaměstnanci doručovacích firem, pošt, dodavatelů jídla, nebo stánkového prodeje. V této kategorii je většinou elektromotor v kole nedílnou součástí. Sestavení kola je většinou na míru danému účelu a velmi často se vyskytují tříkolky, zvláště kvůli stabilitě.

Stejně tak malý podíl, i když čím dál tím víc rostoucí segment, zabírají kola pro horskou turistiku. Obvykle jsou dražší díky používání kvalitnějších materiálů a speciálního odpružení. Tento segment bychom mohli rozdělit ještě na dva další: sjezdová, singletreková kola (bývají náročnější a dražší) a turistická, která mají odpružen jenom přední vidlici.

Vyskytují se i silniční elektrokola. Spíše než na sportování se tato kola používají na vzdálenější cestování, například mezi vesnicemi. Můžeme je dělit na pohodlnější kola s přímějším posedem nebo sportovní s maximálním výkonem. Kola pro starší věkovou kategorii bychom mohli také zařadit mezi kategorii kol městských nebo cestovních.

Existují i elektrokola, která bychom mohli řadit mezi kuriozity, jako jsou lehokola, tandemová kola, kola na solární energii, atd. [9]

### **Výběr cílového trhu**

Trh bude cílit na horská turistická kola. Uživatelé těchto kol by se dali definovat jako aktivní úspěšní lidé s dostatkem peněz, kteří si mohou dovolit pořídit si kolo z vyšší cenové kategorie. Jedná se o vzorek lidí, kteří jsou zaneprázdnění prací a přitom sportovně založení. V týdnu nemají čas trénovat, ale o víkendech chtějí stačit svým kamarádům či manželovi/manželce na výletě. Kolo bude vhodné také pro starší lidi, kteří se nechtějí vzdát svého aktivního života kvůli problémům se zdravím a přibývajícím věkem.

Prodej horského nebo trekingového elektrokola bude zaměřen pro všechny evropské země, kde jsou elektrokola značky Superior nebo Rock Machine distribuována. Pro toto tvrzení slouží předpoklad, že takový vzorek lidí je obsažen ve všech evropských zemích.

Tyto typy kol jsou stále oblíbenější a zpříjemňují společné i samostatné vyjížděky lidem, kteří disponují lehkým handicapem. I když se nejvíce kol prodává v Číně, firma bude i nadále cílit na evropský trh, kde na rozdíl od Číny prodej elektrokol stále stoupá. [14] Firma má cenné kontakty na evropském trhu. I když se snaží prosadit i do mimoevropských zemí, je to stále v počátcích. [10]

#### **8.2.4. Marketingová strategie**

8,2,4

---

##### **Výrobová strategie**

Výrobek se bude vyrábět ve třech velikostních kategoriích. Bude se rozlišovat mezi velikostmi rámu S, M a L, jako u ostatních výrobků této společnosti. Pro nový produkt v podobě designu rámu elektrokola, bude možné použít pouze určitý typ elektromotoru a baterie. Ostatní komponenty, jako řazení, brzdy, kola, atd., budou nabízeny v doporučené základní sadě. Uživatel si však může výběr upravit podle vlastních preferencí.

Na rozdíl od konkurentů bude mít elektrokolo od firmy BFI sjednocený a kompaktní design rámu, který bude vizuálně atraktivnější, navzdory použití stejných elektrokomponentů a baterií jako u konkurenčních elektrokol. Tím se sice zvýší jeho cena, ale bude atraktivnější pro potenciální kupující.

##### **Cenová úroveň**

Díky ojedinělému designu nestoupne pouze atraktivita, ale i jeho cena. Cena bude závislá také na technologiích výroby a použitém materiálu. Oproti stávající ceně elektrokol, které vyrábí firma BFI, která se pohybuje okolo 60 000 Kč, bude nová cena přibližně o 20 000 Kč vyšší. Tudíž se dostaneme na 80 000 Kč za kolo. Elektrokolo se tím zařadí do střední cenové úrovně.

##### **Distribuce**

Firma předpovídá 85% export do zahraničí. Zákazníky jsou zejména prodejci kol z evropských zemí. Nejčteněji se kola prodávají v Německu, Holandsku, Norsku, Velké Británii a samozřejmě také v České republice, přičemž Česká republika zahrnuje 15% z celkového prodeje kol firmy.

Firma se koncentruje zejména na svoje značky Superior, Rock Machine a Frappé, ale zabývá se také výrobou a vývojem pro jiné firmy, jako je Škoda či Cortina. Vyrobená kola domácích firem putují k českým i zahraničním distributorům, kteří je pak prodávají na e-shopu i v kamenných prodejnách.

##### **Podpora prodeje**

V rámci vlastních značek investuje firma miliony korun do marketingové podpory distributorů na všech evropských trzích. Vlastní značka Superior i nadále bude

podporovat jako hlavní partner mezinárodní tým CST SUPERIOR BRENTJENS MTB RACING TEAM a bude pokračovat v podpoře českého biatlonového týmu, který kola značky Superior využívá v letním přípravném období. BFI podporuje skrz kola Superior i další vrcholné sportovce z České republiky i zahraničí. [10]

Firma by se v budoucnu měla zaměřit více na reklamu např. partnerstvím některých sportovních akcí.

### 8.2.5. SWOT analýza

Seřazené podle důležitosti jednotlivých faktorů na základě párového porovnávání

	Pomocné	Škodlivé
Vnitřní původ	<b>Silné stránky</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Stálý vývoj technologií</li> <li>○ Atraktivní design</li> <li>○ Investice primárně do svých značek</li> <li>○ Odlišení designem od konkurence</li> <li>○ Spolupráce s vrcholovými sportovci</li> </ul>	<b>Slabé stránky</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Investice primárně do svých značek</li> <li>○ Větší náročnost na technologii výroby</li> <li>○ Pokles atraktivity ostatních výrobků firmy</li> </ul>
Vnější původ	<b>Příležitosti</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Růst atraktivity a poptávky elektrokol</li> <li>○ Znalost evropského trhu</li> <li>○ Stálý růst vnitřního kapitálu</li> <li>○ Zvýšení prestiže elektrokol</li> <li>○ Spolupráce s vrcholovými sportovci</li> <li>○ Navazování kontaktů mimo Evropu</li> </ul>	<b>Hrozby</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Neúspěch na nově otevřených prvcích</li> <li>○ Úzký okruh dodavatelů</li> <li>○ Nedostatek pracovníků na nižších postech</li> <li>○ Zvýšení ceny výrobku kvůli designu a výrobě</li> </ul>

Kvantifikace důležitosti jednotlivých faktorů

Tab. 8-1Silné stránky

FAKTORY	Stálý vývoj technologií	Atraktivní design	Odlíšení designem od konkurence	Investice primárně do svých značek	Spolupráce s vrcholovými sportovci	Počet preferencí	Pořadí
	A	B	C	D	E		
Stálý vývoj technologií A	x	A	A	A	A	4	1.
Atraktivní design B		x	B	B	B	3	2.
Odlíšení designem od konkurence C			x	D	C	1	4.
Investice primárně do svých značek D				x	D	2	3.
Spolupráce s vrcholovými sportovci E					x	0	5.

Tab. 8-2Slabé stránky

FAKTORY	Větší náročnost na technologii výroby	Pokles atraktivity ostatních výrobků firmy	Investice primárně do svých značek	Počet preferencí	Pořadí
	A	B	C		
Větší náročnost na technologii výroby A	x	A	C	1	2.
Pokles atraktivity ostatních výrobků firmy B		x	C	0	3.
Investice primárně do svých značek C			x	2	1.

Tab. 8-3Příležitosti

FAKTORY	Spolupráce s vrcholovými sportovci	Znalost evropského trhu	Navazování kontaktů mimo Evropu	Zvýšení prestiže elektrokol	Stálý růst vnitřního kapitálu	Růst atraktivit a poptávky elektrokol	Počet preferenci	Pořadí
	A	B	C	D	E	F		
Spolupráce s vrcholovými sportovci	x	B	A	D	E	F	1	5.
A								
Znalost evropského trhu		x	B	B	B	F	3	2.-3.
B								
Navazování kontaktů mimo Evropu			x	D	E	F	0	6.
C								
Zvýšení prestiže elektrokol				x	F	F	2	4.
D								
Stálý mírný růst vnitřního kapitálu					x	F	3	2.-3.
E								
Růst atraktivit a poptávky elektrokol						x	5	1.
F								

Tab. 8-4Hrozby

FAKTORY	Úzký okruh dodavatelů	Nedostatek pracovníků na nižších postech	Neúspěch na nově otevřených tržích	Zvýšení ceny výrobku kvůli designu a výrobě	Počet preferencí	Pořadí
	A	B	C			
Úzký okruh dodavatelů	x	A	C	A	2	2.
A						
Nedostatek pracovníků na nižších postech		x	C	B	1	3.
B						
Neúspěch na nově otevřených tržích			x	C	3	1.
C						
Zvýšení ceny výrobku kvůli designu a výrobě				x	0	4.
D						



### 8.3.Sociální funkce

8,3

---

Návrh elektrokola by měl podnítit zájem společnosti o profesionálně vyráběná elektrokola. Aby dala přednost profesionálně vyráběným elektrolům před kompletovanými koly sadami na elektrifikaci kol. Horská elektrokola fungují jako sportovní pomůcka a náhrada běžného horského jízdního kola pro sportovce a lidi s určitým hendikepem. Jízda na elektrokole jim rozšiřuje možnosti cílů cest, kam by se s běžným kolem neměli možnost vydat.

*„Do obchodu za námi týdně přijde několik vášnivých cyklistů středního věku pro rady ohledně nového kola. Většinou se trápí s nedostatkem času na jízdu na něm a cyklistika je přestává bavit. Nemají čas trénovat, jezdí pomaleji než dříve, a proto se na kole pořádně nikam nedostanou. Mou radou pro ně většinou je MTB elektrokolo. Díky pohonné elektro-jednotce se na kole dostanou dál a vyjedou i kopce, na které by si jinak netroufli. Když chtějí, elektromotor si mohou vypnout a dát si do těla. Nakonec jim zůstane dobrý pocit a úsměv na tváři. Nyní i díky nové sérii horských kol Superior, s elektromotorem Shimano E8000, můžu tato kola doporučovat lidem, kteří milují i jízdu v náročnějším terénu a trochu více adrenalinu.“[34]*

---

## 9. ZÁVĚR

Práce se zabývá designem rámu horského elektrokola. Cílem bylo uspokojit nároky cílové skupiny rekreačních sportovců s ohledem na cenovou dostupnost kola a ucelený atraktivní design.

Návrh elektrokola je vypracován na základě analýz z estetických, ergonomických i funkčních vlastností elektrokol. Kvůli cenové dostupnosti a univerzálnosti byl v návrhu použit elektromotor SHIMANO Steps E8000 ve středovém složení kola. Jedná se o jeden z nejnovějších a nejvíce používaných elektromotorů na horských elektrokolech. Pro návrh byl zvolen pevný rám s odpruženou přední vidlicí, což respektuje požadavky cílové skupiny. Práce neřeší design ostatních součástí kola, pouze jejich návaznost na rám.

Díky vyjímatelné, částečně integrované baterii v rámu, je jeho design sjednocený a respektuje tvar a umístění pohonné jednotky. Což kolu přidává na atraktivitě a tím i jeho schopnosti se prodat. Odlišuje se tím od podobných kol na českém trhu, která patří do stejné cenové skupiny. Jejich design nebývá ničím význačný a ve většině případů má jen funkční schopnost nést baterii a elektromotor.

Konstrukční a technické nároky na sestavení elektrokola jsou vysoké. Je obtížné, aby designérská diplomová práce obsáhla všechny požadavky na vyrobitelnost rámu kola. Proto se dá tato práce dopracovat ve spolupráci s firmou, která by se ujala návrhu a byla by ochotná jej zrealizovat, či jen přejmout koncepci rámu a vnést do návrhu vlastní konstrukční požadavky.

**10. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

- [1] SPECIFICATION forming part of Letters Patent No. 596,272, dated December 28, 1897 Application filed November 8, 1895. Serial No. 568,247.
- [2] EXP 909 STePS: black matt/white/red. *Superior* [online]. Kopřivnice: isu, 2016 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://superiorbikes.eu/cz/2016/e-sport/exp-909-steps/black-matt-white-redhttp://rockmachine.us/cz/bikes/detail/382>
- [3] Foto: Pedály z rýže i elektrokolo za 400 tisíc, to jsou cyklo novinky pro rok 2017. *Aktuálně.cz* [online]. Praha: Economie, 2016 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <https://magazin.aktualne.cz/eurobike-2016-nastup-elektricky-horskych-kol/r~ff8fd40c737511e6a4100025900fea04/r~1cb7e366737211e6888a0025900fea04?redirected=1495118464>
- [4] Giant bicycles. *Giant.com* [online]. Praha, 2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <https://www.giant-bicycles.com/cs-CZ/>
- [5] Maxx: Individual Bike Solutions. *Maxx* [online]. Rosenheim, 2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: [http://www.maxx.de/en/bikes/pedelecs/bikes.php?name=FAB4\\_EL&id=157](http://www.maxx.de/en/bikes/pedelecs/bikes.php?name=FAB4_EL&id=157)
- [6] Overvolt AM 900+ CARBON. *Lapierre* [online]. Dijon, 2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://www.lapierre-bikes.co.uk/gamme/2017/e-bikes/mtb-e-bike/overvolt-am-900-carbon>
- [7] Gocycle G3. *Gocycle: It's electric* [online]. Chessington: Karbon Kinetics, 2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://gocycle.com/>
- [8] HRUBÍŠEK, Ivo. *Elektrokola: nová dimenze cyklistiky*. 1. vyd. Plzeň: Cykloknihy, 2011. ISBN 978-80-87193-18-1.
- [9] Martin Guráš: BIKE FUN plánuje obrat okolo 1,5 mld. Kč. *ČIA news* [online]. Praha: ČESKÁ INFORMAČNÍ AGENTURA, 2016 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <https://www.cianews.cz/cs/1857996-martin-guras-bike-fun-planuje-obrat-okolo-1-5-mld-kc>
- [10] BFI: Bike Fun International. *BFI: Bike Fun International* [online]. Kopřivnice: Lataupe, 2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <https://bikefunint.com/>
- [11] Electric Bicycles: Li-Ion and SLA E-Bikes: Drivetrain, Motor, and Battery Technology Trends, Competitive Landscape, and Global Market Forecasts. *Navigant: Research* [online]. Navigant Consulting, 2016 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <https://www.navigantresearch.com/research/electric-bicycles>
- [12] Worldwide sales of electric bicycles in 2016, by region (in million units). *Statista: The Statistics Portal* [online]. New York, 2016 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/255658/worldwide-sales-of-electric-bicycles-by-region/>
- [13] Li-ion Segment Driving Global E-Bike Growth. *Environmental Leader* [online]. Michigan: NSF International, 2016 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <https://www.environmentalleader.com/2016/08/li-ion-segment-driving-global-e-bike-growth/>
- [14] Sbírka listin: BIKE FUN International s.r.o. *Veřejný rejstřík a Sbírka listin* [online]. Praha, 2015 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-firma?subjektId=225195>

- [15] 2016 Tramount 1. *Cannondale* [online]. Brno: Comerto, 2016 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: [http://www.cannondalebikes.cz/jizdni-kola/2016-e\\_series/e\\_mtb/tramount/tramount-1](http://www.cannondalebikes.cz/jizdni-kola/2016-e_series/e_mtb/tramount/tramount-1)
- [16] AUTHOR Elevation 2016. *Author* [online]. Liberec: Universe Agency, 2016 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://cz.author.eu/e-bike/e-mtb/author-elevation-2016-ua42868502>
- [17] Elektrokola. *Giant Store Brno* [online]. Brno: Giant Store Brno, 2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://www.giantbrno.cz/elektrokola>
- [18] *Návod k obsluze: BIKE FUN INTERNATIONAL*. Kopřivnice: BIKE FUN INTERNATIONAL, 2016.
- [19] *Kolo.cz* [online]. Praha: Cycling Media, 2011 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://kolo.cz/>
- [20] *Mtbs* [online]. 2016, **2016**(4) [cit. 2017-05-18]. ISSN ISSN 1803-5744. Dostupné z: [http://mtbs.cz/media/2016/04/11/LpierreDH727\\_det4\\_cl.jpg](http://mtbs.cz/media/2016/04/11/LpierreDH727_det4_cl.jpg)
- [21] *Pohyb je život: Metodická příloha - Elektrokolo, nový fenomén sportu provšechny* [online]. 2016, **20**(73) [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: [www.caspv.cz](http://www.caspv.cz)
- [22] Bike Festival 2016 – Shimano Steps, un nuovo concetto di pedalata assistita. *MTB-VCO: Mountain Bike Web Magazine* [online]. Verbania: Verbania, 2016 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://mtb-vco.com/bike-festival-2016-shimano-steps-un-nuovo-concetto-di-pedalata-assistita/>
- [23] THE INTELLIGENT, SILENT AND EASY-TO-USE E-MTB SYSTEM. *SHIMANO* [online]. Shimano, 2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <https://shimano-steps.com/e-bikes/europe/en/product-information/mtb>
- [24] Quantico Mountain Bike Club. *Quantic Mountain Bike Club* [online]. Dumfries: Quantico Mountain Bike Club, 2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://www.qmtb.org/>
- [25] SPRÁVNÝ POSEZ NA KOLE. *Cyklistika Krnov* [online]. Krnov: Cyklistika Krnov, 2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://www.cyklistikakrnov.com/Clanky/Clanky/Spravny-posez-na-kole.htm>
- [26] Materiály používané pro výrobu rámu. *Materiály používané pro výrobu rámu* [online]. [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: [http://www.cyklo.cz/tipy/popis\(dily\)/ramy.htm](http://www.cyklo.cz/tipy/popis(dily)/ramy.htm)
- [27] MIKULČÁK, Jiří. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky a vzorce pro střední školy*. Praha: Prometheus, 2003. Pomocné knihy pro žáky (Prometheus). ISBN 80-719-6264-3.
- [28] SOJKA, Vojtěch. *Design městského elektrokola*. Brno, 2011. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně , Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Dana Rubínová, Ph.D.
- [29] Mountainbike: magazin. *Mountainbike magazin: magazin* [online]. Berlin, 2016 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: [http://www.mountainbike-magazin.de/sixcms/media.php/6/eQ\\_Xduro\\_29.jpg](http://www.mountainbike-magazin.de/sixcms/media.php/6/eQ_Xduro_29.jpg)
- [30] Bridgestone. *News* [online]. BRIDGESTONE CYCLE CO.,LTD: Tokyo, 2013 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <https://www.bscycle.co.jp/en/news/inline/img/20110601/AP6L41.jpg>
- [31] The Ebike Portal: Info and News on Ebikes. *The Ebike Portal: Info and News on Ebikes* [online]. WordPress, 2014 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z:

- <http://www.ebikeportal.com/wp-content/uploads/2015/07/rose-electric-mountain-bike.png>
- [32] Bike Festival 2016 – Shimano Steps, un nuovo concetto di pedalata assistita. *MTB-VCO: Mountain Bike Web Magazine* [online]. Verbania: Verbania, 2016 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://mtb-vco.com/bike-festival-2016-shimano-steps-un-nuovo-concetto-di-pedalata-assistita/>
- [33] Superior. *Superior* [online]. Kopřivnice: BIKE FUN International, 2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <https://superiorbikes.eu/cz>

---

## 11. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

<i>km/h</i>	- jednotka rychlosti
<i>kg</i>	- jednotka hmotnosti
<i>Ni-Cd</i>	- nikl-kadmiové
<i>ČASPV</i>	- Česká asociace Sport pro všechny
<i>W</i>	- jednotka výkonu
<i>V</i>	- napětí
<i>Ah</i>	- Kapacita
<i>Wh</i>	- energie
<i>kg</i>	- jednotka hmotnosti
<i>Li-Mn</i>	- lithium-manganové
<i>Li-Pol</i>	- lithium-polymerové
<i>Pb</i>	- olovo
<i>Cr-Mo</i>	- chromovo-molibdenové
<i>Al</i>	- hliník
<i>kg/m<sup>3</sup></i>	- jednotka hustoty
<i>cm</i>	- jednotka délky
<i>Li-Ion</i>	- lithium-iontové
<i>R<sub>m</sub></i>	- mez pevnosti
<i>MPa</i>	- jednotka tlaku
<i>"</i>	- Palce
<i>mm</i>	- jednotka délky
<i>Mg</i>	- hořčík
<i>S</i>	- small
<i>M</i>	- medium
<i>L</i>	- large
<i>Kč</i>	- koruny české, jednotka měny



**12. SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr.: 2-1 Patent prvního elektrokola [1]	14
Obr.: 2-2 Elektrokolo Herculec „Elfa“ [9]	15
Obr.: 2-3 Elektrokolo firmy Superior [2]	17
Obr.: 2-4 Elektrokolo od firmy RockMachine [3]	18
Obr.: 2-5 Gravelbike od české firmy Festka [4]	18
Obr.: 2-6 Horské elektrokolo Giant [5]	19
Obr.: 2-7 Horské elektrokolo od německé firmy Rose [4]	20
Obr.: 2-8 Horské elektrokolo od firmy Maxx [6]	21
Obr.: 2-9 Horské elektrokolo od firmy Simplon [4]	22
Obr.: 2-10 Lapierre Overvolt AM Carbon [7]	23
Obr.: 2-11 Skládací kolo Gocycle [8]	24
Obr.: 2-12 Klasické části horský kol [19]	26
2-13 Detail odpružení rámu [20] a přední vidlice [21]	27
Obr.: 2-14 Nutné části elektrokola [23]	28
Obr.: 2-15 Motor ze středového složení kola [9]	29
Obr.: 2-16 Znázornění funkce řídicí jednotky [9]	30
Obr.: 2-17 Graf poměru lidské a přídavné síly elektropohonu během jízdy [9]	31
Obr.: 2-18 Baterie Shimano ve svém ochranném pouzdře [24]	32
Obr.: 2-19 Poměrné porovnání dojezdu baterií podle materiálu elektrod [9]	33
Obr.: 2-20 Zorný úhel jezdce na kole [25]	33
Obr.: 2-21 a) b) c) d) Vzájemná poloha uložení motoru a baterie: (shora) Motor v náboji zadního kola, baterie na nosiči. Motor v náboji předního kola, baterie na nosiči. Motor i baterie ve středovém složení. Motor v náboji zadního kola, baterie v rámu kola. [9]	35
Obr.: 2-22 Tvar profilu rámu uzpůsobenému k uložení elektromotoru. [30]	36
Obr.: 2-23 Tvar profilu rámu uzpůsobenému k pohodlnému nastupování. [31]	37
Obr.: 2-24 Tvar profilu rámu uzpůsobenému k uložení baterie způsobem rozšíření trubky rámu. [32]	37
Obr.: 2-25 a) ,b), c) Na snímcích je vyznačen způsob měření výšky sedla a vzdálenost řídítek [26]	38
Obr.: 4-1 Skici	41
Obr.: 4-2 První tvarová studie	42
Obr.: 4-3 a) b) Druhá tvarová studie	43
Obr.: 4-4 Třetí tvarová studie	44
Obr.: 5-1 Pohled na rám shora	45
Obr.: 5-2 Průřezy trubek rámu. Zleva: horní trubka hlavního trojúhelníku, spodní trubka hlavního trojúhelníku, vzpěry zadního trojúhelníku, sedlová trubka	46
Obr.: 5-3 Pohled na rám z profilu	47
Obr.: 5-4 Zadní stavba	48
Obr.: 5-5 Detaily	48
Obr.: 6-1 Geometrie rámu s rozměry	49

Obr.: 6-2 Pohonná jednotka SHIMANO Steps E 8000 [24]	50
Obr.: 6-3 Náhled úchytů motoru	51
Obr.: 6-4 Nové rozmístění otvorů pro efektivnější uchycení motoru [33]	51
Obr.: 6-5 Nenápadná dvířka schránky	52
Obr.: 6-6 Mez pevnosti slitin hliníku [34]	54
Obr.: 6-7 Ergon v sedle v ideální pozici + úhly	55
Obr.: 6-8 Ovládání módu jízdy pro upevnění na řídítka [24]	57
Obr.: 6-9 Názorné vyjmutí baterie	58
Obr.: 7-1 Barevné varianty	60
Obr.: 7-2 Grafické ztvárnění na řetězové vzpěře	61
Obr.: 8-1 Předpokládaný vývoj prodeje elektrokol [14]	65
Obr.: 8-2 Procentuální podíl prodeje elektrokol podle geografie [13]	65

### **13.SEZNAM TABULEK**

**13**

---

Tab. 2-1 Hustota materiálů používaných na rámy kol [28]	36
Tab. 8-1 Silné stránky	69
Tab. 8-2 Slabé stránky	70
Tab. 8-3 Příležitosti	71
Tab. 8-4 Hrozby	72

---

## **14. SEZNAM PŘÍLOH**

### **Přílohy**

zmenšený náhledový designerský poster (A4)  
zmenšený náhledový ergonomický poster (A4)  
zmenšený náhledový technický poster (A4)  
zmenšený náhledový sumarizační poster (A4)

### **Vložené přílohy**

fotografie modelu (A4)

### **Samostatné přílohy**

prezentační poster (A1)  
ergonomický poster (A1)  
technický poster (A1)  
designerský poster (A1)  
fyzický model M 1 : 3

DESIGN  
HORSKÉHO  
ELEKTROKOLA  
Designerský  
plakát



Výběr té správné barevné kombinace je důležitý zejména z psychologie uživatele. Tmavé a výraznější barvy působí dravě. Jezdec si takovéto barevné kombinace vybírá v případě, že jeho jízda na kole je živá a akční a touží po pocitu z rychlé jízdy. Naopak světlé a tlumené barvy (např. pastelové) spíše uklidňují. Takovéto kombinace si jezdec vybírá, chce-li si spíše užít čistý požitek z jízdy jako takové, kochat se přírodou při rodinném výletě, nebo jen vyjet na rekreační projížďku. Přidáním zelené barvy do barevného návrhu, by mohlo znamenat pro jezce, že chce vyjádřit svého ekologického ducha a souznění s přírodou. Čistě bílá barva nebývá praktická z toho důvodu, že když se kolo výrazně zašpiní od bláta a bahna, je ta špína na kole velmi rozeznatelná. Cyklisti se však nemusí stydět za to, že projeli kaluží, protože to, že se nebojí náročného promáčeného terénu, je šlechtí.

**T** VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA  
TECHNICKÉ STROJNÍHO  
V BRNĚ INŽENÝRSTVÍ

**K** ÚSTAV  
KONSTRUOVÁNÍ

**X** odbor  
průmyslového  
designu

DESIGN HORSKÉHO ELEKTROKOLA / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Barbora Hrušková / Vedoucí práce: akad. soch. Josef Sládek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2016/17

DESIGN  
HORSKÉHO  
ELEKTROKOLA  
Ergonomický  
plakát



Nejdůležitějším ergonomickým požadavkem je správná vzdálenost mezi sedlem a šlapátkou, respektive středovým složením kola. Tato vzdálenost lze upravit nastavitelnou výškou sedadla. U horského kola by měla být noha, při poloze šlapátka dole s patou na šlapátku, propnutá. Při jízdě je však na šlapátku umístěna přední část chodidla. Kratší vzdálenost může způsobit přetížení některých svalových skupin nohou.

Pro vyjmutí baterie, musí uživatel odemknout klíčkem zámek, který zamyká baterii v rámu kola. Je to pojištění proti krádeži, protože právě baterie bývá obvykle to nejdražší vybavení na elektrokolech. Zámek je umístěn ne zespoda, ale na boku baterie, aby byl k němu co nejlepší přístup. Po odemčení zámku, už stačí jen opatrně vysunout baterii z rámu a přemístit ji ke zdroji energie a nabít ji zvlášť, zatímco kolo může zůstat venku, v garáži, či ve sklepě. I když je baterie zčásti integrována do rámu (Jen z části, protože její schránka je z plastu a rám ji neobklopuje celou), je vyjímatelná, což velmi zjednodušuje život uživatele. Kolo se zcela integrovanou baterií se musí přistavit ke zdroji energie celá, což bývá v některých domech obtížné. Zásuvky s elektřinou se totiž málokdy vyskytují na takových místech, jako je sklep, garáž, či exteriér domu.



DESIGN HORSKÉHO ELEKTROKOLA / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Barbora Hrušková / Vedoucí práce: akad. soch. Josef Sládek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2016/17



# DESIGN HORSKÉHO ELEKTROKOLA Technický plakát



POHLED SHORA NA RÁM



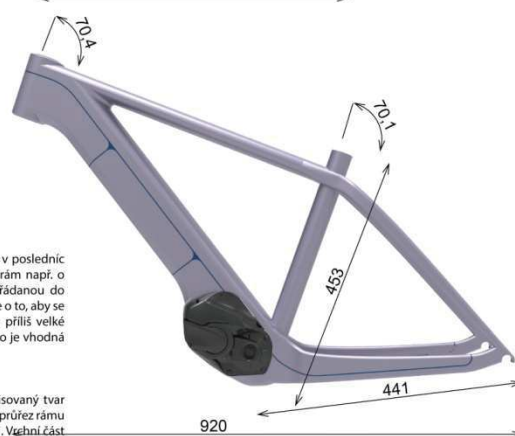
PRŮŘEZY TRUBEK RÁMU



Správná, funkční geometrie rámu, tedy uspořádání a návaznost trubek v rámu je v posledních desetiletí téměř neměnná. I když se najdou kola, která vyčnívají z řady a jejich rám např. o nějakou trubku ochuzen, pořád má většina rámu kol základní geometrii uspořádanou do kosodélníku. Stejně tak je na tom i elektrokole téhle diplomové práce. V podstatě jde o to, aby se síly, působící na rám rozkládaly rovnoměrně do všech stran a nikde nevznikalo příliš velké napětí, které by mohlo způsobit, v kombinaci s nárazy, zlomení trubky rámu. Proto je vhodná konstrukce v trojúhelníku.

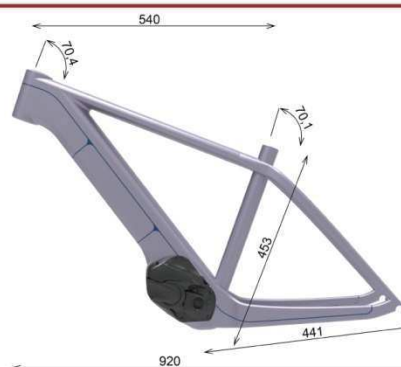
Upevnění motoru ve třech osách zajišťuje jeho nehybnost při chodu motoru. Lisovaný tvar rámu těsně obepíná motor po celém jeho obvodu. A v místě jeho uchycení rámu je průřez rámu zesílen. Plynule na tvar motoru navazuje rámová trubka, která v sobě skrývá baterii. Vážná část průřezu spodní rámové trubky tvoří polovina elipsy. Ta plynule přechází v hranatý průřez v podobě poloviny šestiúhelníku.

ROZMĚRY



DESIGN HORSKÉHO ELEKTROKOLA / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Barbora Hrušková / Vedoucí práce: akad. soch. Josef Sládek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2016/17

# DESIGN HORSKÉHO ELEKTROKOLA Sumarizační plakát



„Do obchodu za námi týdně přijde několik vášnivých cyklistů středního věku pro rady ohledně nového kola. Většinou se trápí s nedostatkem času na jízdu na něm a cyklistika je přestává bavit. Nemají čas trénovat, jezdí pomaleji než dříve, a proto se na kole pořádně nikam nedostanou. Mou radou pro ně většinou je MTB elektrokolo. Díky pohonné elektro-jednotce se na kole dostanou dál a vyjedou i kopce, na které by si jinak netroufli. Když chtějí, elektromotor si mohou vypnout a dát si do těla. Nakonec jim zůstane dobrý pocit a úsměv na tváři. Nyní i díky nové sérii horských kol Superior, s elektromotorem Shimano E8000, můžu tato kola doporučovat lidem, kteří milují i jízdu v náročnějším terénu a trochu více adrenalinu.“



DESIGN HORSKÉHO ELEKTROKOLA / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Barbora Hrušková / Vedoucí práce: akad. soch. Josef Sládek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2016/17